



東京支部学生会 学生会報 第15号
Student Journal 2010

特 集

『省エネ・エコ技術』

(社)電子情報通信学会
東京支部学生会

目次

平成 21 年度東京支部役員一覧

東京支部学生会役員一覧

東京支部学生会顧問一覧

特集：「省エネ・エコ技術」

1. 日立グループの省エネへの取り組み
高橋 広考（日 立） ... 1
2. 太陽光発電システムの総合効率向上策
宮武 昌史（上智大） ... 8
3. モノのネットワーク化による省エネ・エコの実現
松尾 真人（NTT） ... 14
4. 東京電機大学における風力発電の研究
竜田 藤男（東京電機大） ... 20

平成 20 年度東京支部学生奨励賞 受賞論文

1. 生体センサを用いたサービス推薦のための状態判定方式
浅沼 伸洋（芝浦工大） ... 26
2. スプリアスのない分数分周方式全デジタル PLL
稲垣 雄志（青学大） ... 27
3. マルチキャスト伝送における複数アンテナを用いた
レート一定型 ARQ の一検討
岩崎 全男（東京理科大） ... 28
4. MIMO メッシュネットワークにおけるチャネル
推定誤差の影響
内田 正之（横浜国大） ... 29
5. 異なる p 型ドーパントを有する InP/InGaAs HBT の
特性の比較・評価
大下内和樹（電通大） ... 30
6. 3D-CAD を用いた電磁界解析モデルの作成
岡田辰一郎（日 大） ... 31
7. サブバンド間に周波数特性が存在する MB-OFDM 方式
の理論ビット誤り率特性
金古 亮平（早 大） ... 32
8. 非線形ひずみの抑圧と送信電力の低減を同時に図る
OFDM 伝送方式
神谷 尚邦（早 大） ... 33
9. 反強誘電性液晶を用いた空間光変調器の試作及び評価
木谷 加奈（日本女子大） ... 34
10. RFID を用いた視覚障がい者向け分岐点予告方式
小幡 周平（芝浦工大） ... 35
11. 非線形回線における CI/OFDM と OFDM の特性比較
下田 悠介（茨城大） ... 36
12. 非励振素子付き広帯域モノポールアンテナの検討
杉本 翔太（芝浦工大） ... 37
13. 複数リレー局を用いた協調伝送における多重法に
関する一検討
宗 秀哉（東京理科大） ... 38

14. 高精度自律マンナビゲーションシステムの検討	高塚 陽亮 (電通大)	... 39
15. 親指の往復運動に基づく小型タッチ画面端末向け ソフトウェアキーボード	高濱 健児 (山梨大)	... 40
16. PDM と人体通信を用いた音声伝送の研究	玉置 裕基 (青学大)	... 41
17. 機能印象を用いた歯牙滑走運動シミュレータの開発	田丸 智一 (茨城高専)	... 42
18. ミラー駆動型マルチビジョンシステムの検証	土屋 裕喜 (東京工芸大)	... 43
19. 高雑音環境下での時間遅延推定のための反復相関法	中村 尚之 (埼玉大)	... 44
20. コミック画像の構造化を目的としたコマ分割手法の検討	原山智重子 (津田塾大)	... 45
21. VPH グレーティングを用いた VPH グリズムの作製と 月の分光観測への応用に関する研究	福本 里紗 (日本女子大)	... 46
22. WDM ネットワークにおけるホップ数に応じて 波長変換器を用いる光パス設定方式の性能評価	宮城 裕次 (工学院大)	... 47
23. 大規模三角 Toeplitz 連立一次方程式の高速解法とその応用	安村 修一 (法政大)	... 48
24. 人間の感性に基づく動物型ロボットのための歩容生成	脇坂 亮大 (東京工芸大)	... 49
25. 非線形合成帯域による高分解能測距方式の提案	渡辺 優人 (電通大)	... 50
講演会・見学会の感想		
1. 日本電気株式会社	山崎 直人 (埼玉大)	... 51
2. 株式会社 NTT データ見学会	小山田夏季 (千葉工大)	... 52
3. 新世代を切り拓く「科学技術」— 安心・安全な社会のために — 佐々木未来, 内藤あんな, 葛西麻理子 (日本女子大)		... 53
4. ロボットによる月惑星探査	今泉 大智 (中大)	... 55
平成 21 年度東京支部学生会事業一覧		... 56
編集後記		... 57

東京支部役員

(敬称略・順不同)

支部長	篠原 弘道	NTT	評議員	武田 栄里子	日立
庶務幹事	江村 克己	NEC	評議員	水落 隆司	三菱電機
庶務幹事	岡田 一泰	NTT	評議員	長井 歩	群馬大
会計幹事	榎木 孝知	NTT	評議員	澁澤 進	茨城大
会計幹事	酒匂 裕	日立	評議員	古神 義則	宇都宮大
評議員	安達 淳	NII	評議員	渡辺 喜道	山梨大
評議員	川村 龍太郎	NICT	評議員	長谷川孝明	埼玉大
評議員	小西 善彦	三菱電機	評議員	原田 博司	NICT
評議員	中条 孝文	富士通研	評議員	中島 達夫	早大
評議員	若林 一敏	NEC	評議員	西山 伸彦	東工大
評議員	大矢 智之	NTTドコモ	評議員	田中 聡久	東京農工大
評議員	小野 直子	東芝	評議員	藤吉 正明	首都大東京
評議員	木村 秀明	NTT			以上25名

東京支部学生会役員

(敬称略・順不同)

委員長	後 悠太	東京農工大	委員	高橋 麻貴	東京工科大
副委員長	竹本 淳	電通大	委員	松田 哲直	東工大
書記	横澤 真介	電通大	委員	山田 健弘	東工大
委員長補佐	田中 壘	東京農工大	委員	館崎 惇輔	都立高専
委員	百束 遼平	工学院大	委員	小野 勝也	都立高専
委員	真鍋 藍	工学院大	委員	佐々木 未来	日本女子大
委員	西村 亨輔	東大	委員	葛西 麻理子	日本女子大
委員	岡村 祐貴	東大	委員	内藤 あん奈	日本女子大
委員	里見 星輝	山梨大	委員	栢原 規嘉	日大
委員	勝俣 明良	山梨大	委員	中里 光志	日大
委員	細谷 健太	山梨大	委員	古山 啓司	日大
委員	池田 一樹	茨城大	委員	與那城 伸吾	法政大
委員	鈴木 亨	茨城大	委員	高柳 圭佑	法政大
委員	鈴木 晴香	横国大	委員	南 俊輔	防衛大
委員	西川 純人	横国大	委員	デイン・ジョン・クアン	防衛大
委員	逸見 憲一	群馬大	委員	柏本 崇	明大
委員	半田 亮	群馬大	委員	藤井 拓也	早大
委員	安部 ちかこ	埼玉大	委員	原 真吾	早大
委員	山崎 直人	埼玉大	委員	五十嵐 敦	東京都市大
委員	小山田 夏季	千葉工大	委員	丸山 雄司	東京都市大
委員	加藤 悟	千葉大	委員	佐藤 雅俊	上智大
委員	古川 翔太	千葉大	委員	廣岡 雅人	上智大
委員	横山 一哉	拓殖大	委員	後藤 大輔	玉川大
委員	小比類巻 功	拓殖大	委員	桐生 孝広	玉川大
委員	今泉 大智	中央大	委員	出口 寛之	東京電機大
委員	齊木 泰資	中央大	委員	河野 仁	東京電機大
委員	和田 麻耶	東海大	委員	大川 亮	成蹊大
委員	降矢 宏文	東海大	委員	高野 敬一	神奈川工科大
委員	相原 健人	東海大	委員	藤川 丈自	神奈川工科大
委員	米川 雅人	東京工科大			以上 59 名

東京支部学生会顧問

(敬称略・順不同)

顧問	松谷 康之	青学大	顧問	佐波 孝彦	千葉工大
"	尾保手茂樹	茨城大	"	鎌倉 浩嗣	千葉工大
"	横田 浩久	茨城大	"	杉本 泰博	中大
"	荒川 臣司	茨城高専	"	延原 肇	筑波大
"	熊谷 毅	宇都宮大	"	小舘 亮之	津田塾大
"	依田 秀彦	宇都宮大	"	永沼 充	帝京科学大
"	豊嶋 久道	神奈川大	"	來住 直人	電通大
"	奥村万規子	神奈川工科大	"	小田 弘	電通大
"	塩川 茂樹	神奈川工科大	"	藤井 威生	電通大
"	元木 誠	関東学院大	"	濱本 和彦	東海大
"	阿部 清彦	関東学院大	"	森川 博之	東大
"	河西 憲一	群馬大	"	永田 明德	東京工科大
"	弓仲 康史	群馬大	"	黒川 弘章	東京工科大
"	大槻 知明	慶大	"	大貫 繁雄	東京高専
"	田中 敏幸	慶大	"	松本隆太郎	東工大
"	篠原 克幸	工学院大	"	内田 孝幸	東京工芸大
"	木村 雄一	埼玉大	"	吉野 隆幸	東京電機大
"	池口 徹	埼玉大	"	岡野 好伸	東京都市大
"	荒木 慶和	埼玉工大	"	高野 邦彦	都立産技高専
"	三好 匠	芝浦工大	"	柴崎 年彦	都立産技高専
"	相馬 隆郎	首都大東京	幹事	田中 聡久	東京農工大
幹事	藤吉 正明	首都大東京	顧問	藤沢 匡哉	東京理科大
顧問	下村 和彦	上智大	"	佐伯 勝敏	日大
"	天野 眞家	湘南工科大	"	黒岩 孝	日大
"	花山 英治	能開大	"	木許 雅則	日本工大
"	杉山 賢二	成蹊大	"	小川 賀代	日本女子大
"	高見 一正	創価大	"	後藤 啓次	防衛大
"	林 誠治	拓殖大	"	李 磊	法政大
"	大竹 敢	玉川大	"	井家上哲史	明大
"	山崎 浩一	玉川大	"	本間 聡	山梨大
"	関屋 大雄	千葉大	"	田中 良明	早大
"	伊與田光宏	千葉工大			

以上 63 名

特集

「省エネ・エコ技術」

日立グループの省エネへの取り組み

株式会社日立製作所 日立研究所
高橋 広考

1. はじめに

地球温暖化の原因は、大気中における温室効果ガスの増加であると言われている。温室効果ガスとは、二酸化炭素、メタン、人工物質であるハロカーボン類などである。これらのうち、地球温暖化に及ぼす影響が最も大きな気体は二酸化炭素(以下、CO₂)である。人類の工業化後の CO₂ の増加分は、化石燃料の燃焼など、全て人間の活動により発生したものである¹⁾。

地球温暖化を抑止するべく 1997 年 12 月に京都で開催された第 3 回気候変動枠組条約締約国会議では、先進国の温室効果ガスの排出削減量について法的拘束力のある数値約束を各国に設定した(京都議定書)。日本の数値目標は、CO₂ とそれ以外の温室効果ガスの CO₂ 換算量との合計排出量の、2008 年から 2012 年までの 5 年間の平均値を、1990 年に対し 6%削減することである¹⁾²⁾。しかし、1990 年以降、国内の温室効果ガスの排出量は増加の一途を辿ってきた(図 1)。

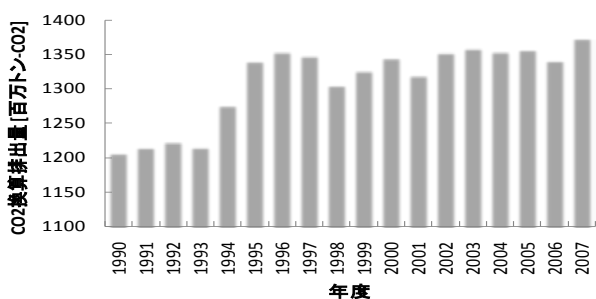


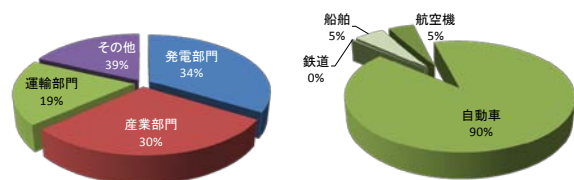
図 1 国内の温室効果ガス排出量の推移
(出展：温室効果ガスインベントリオフィス HP)

京都議定書の削減約束を守ることはもとより、地球環境を保全し持続可能な社会を実現するために、温室効果ガス排出量の削減は急務である。これまで日立グループ(以下、日立)は低炭素社会に貢献する、空調や薄型テレビなどの家電品、ハイブリッド駆動システムなどの車両用機器、省電力データセンタなどの情報通信機器、エスカレータやエレベータといった省電力昇降機など、多くの省エネ・エコ製品を開発してきた^{3)~8)}。本報告では、①製品開発事業の一例として、燃費向上を実現するカーナビ向け「道路交通情報生成システム」を、②サービス事業の一例として、企業の省エネルギー活動を支援する「エネルギー管理サービス」について記す。

2. 道路交通情報生成システム

2.1. 背景

図 2 は国内産業の CO₂ 排出量の割合である。(a) は部門別排出量で、運輸部門は全体の 19% を占めている。(b) は運輸部門の内訳で、90% が自動車からの排出である。つまり、自動車が排出する CO₂ 量は国内全体の 17% を占めている。自動車の CO₂ 排出量を削減するための一手段として、カーナビゲーションシステム(以下、カーナビ)があげられる。



(a)CO₂ 排出割合 (b)運輸部門の内訳
図 2 国内産業の CO₂ 排出量の割合(2007 年度)
(出展：温室効果ガスインベントリオフィス HP)

カーナビは現在地から目的地までの所要時間最小ルートをドライバーに示してくれる。所要時間最小ルートとは、目的地に最も早く辿り付けると考えられるルートのことである。ドライバーが提示された所要時間最小ルートを走行することにより、走行時間が短縮され、渋滞を回避することにより燃費が向上し、CO2排出量の削減につながる。

2.2. 道路交通情報生成システム

カーナビが所要時間最小ルートを探索するには道路区間毎の所要時間といった交通情報が不可欠である。交通情報は「道路交通情報提供システム」で生成する。ここでは、まず一般的な道路交通情報提供システムの構成を説明する。

図 3は道路交通情報提供システムの構成である。本システムは①交通状況計測、②交通情報生成、③交通情報提供の 3 つの機能から構成されている。

①交通情報計測は、地上センサ方式と車上センサ方式の 2 種類がある。地上センサ方式は VICS(Vehicle Information and Communication System)と呼ばれる、道路上に設置した車両センサでリアルタイム交通情報を収集する方式である。警察庁、総務省、国土交通省などが共同で開発を推進し、1990 年後半から幹線道路を中心に全国規模で整備が進められてきた⁹⁾。一方、車上センサ方式は、「プローブカー」と呼ばれる、車速センサなどの各種センサを搭載した自動車から走行状態を収集する方式である¹⁰⁾。車上センサ方式は VICS の路上センサが整備されていない道路であっても交通情報を収集可能であることから、VICS の補完的位置付けと考えることができる。

②交通情報生成は、地上センサや車上センサで収集した交通情報を、交通情報センターで統計処理し、カーナビなどのアプリケーションで活用できる交通情報に加工する。

③交通情報提供では、交通情報センターで加工した交通情報を、カーナビや携帯電話、Web 等の各種アプリケーションへ提供する。

日立は①から③までの各要素の開発に携わって

きた。これらの要素のうち、本報告では所要時間最小ルートの品質、すなわち省エネ効果に大きく関与する②交通情報生成での交通情報予測技術について紹介する。

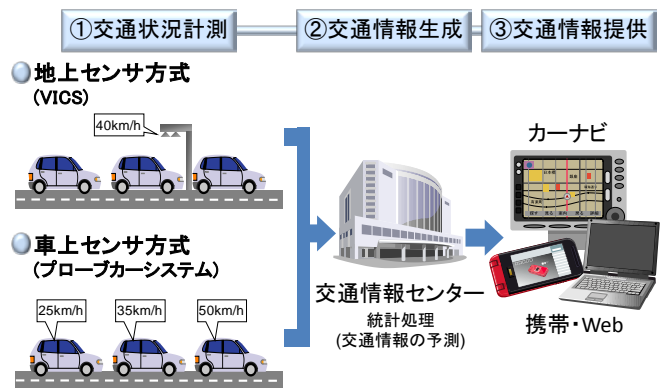


図 3 道路交通情報提供システムの構成

2.3. 交通情報の予測技術

2.3.1. 近未来の交通情報の予測技術

(1)課題

カーナビが目的地までの所要時間最小ルートを探索する際、現在地付近の交通情報は現時点のものでよいが、目的地付近の交通情報は自車が到達する未来時刻のものが必要である。従来の予測手法は、予測精度を高めるために、曜日、祝日、連休、季節など、予測条件を細分化して統計処理するため、各条件に当てはまるサンプルデータが不足して予測誤差が大きくなったり、データベースが巨大なものになることで演算に多大な時間がかかるという課題があった。

(2)解決策

そこで、交通情報の過去履歴を主成分分析し、朝夕をはじめとする複数の特徴的な交通情報のパターン(基底ベクトル)を抽出した。そして、各々のパターンの強さ(合成係数)を曜日・祝祭日・五十日・月・季節などの因子に基づいて予測し、基底ベクトルとの積和で一日の交通情報を予測する「特徴空間予測」技術を開発した(図 4)。

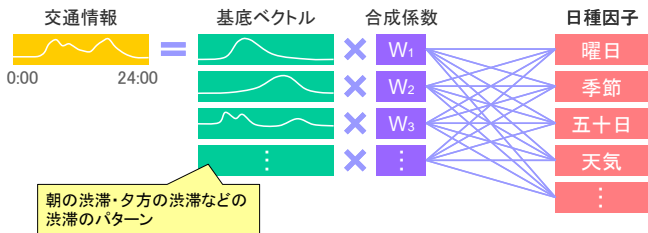


図 4 特徴空間予測の手法

(3)効果

これにより交通情報そのものを演算対象とする従来手法に比べて、コンパクトな予測モデルを用いて詳細な予測条件を設定することが可能となり、予測精度も向上した。この技術の活用により、東京都内全域の所要時間の予測誤差の平均値は、従来技術の約 25%から約 18%に改善した。さらに、全国域を対象にしたデータベースのサイズを従来手法に比べて 1/10 以下まで削減した(図 5)。^{10) 11) 12)}

日種	誤差率	全国サービス向けDBサイズ
従来手法 (土・日・平日)	24.9%	0.4 GB
従来手法 (曜日・祝日・連休・季節...)	17.8%	7 GB
特徴空間予測 (曜日・祝日・連休・季節...)	17.8%	0.5 GB

注: 特徴空間による情報集約

図 5 特徴空間予測の効果

2.3.2.広域な交通情報の予測技術

(1)課題

車上センサ方式で収集する交通情報は、プローブカーが走行した道路区間でしか交通情報を得られない。従って、台数が有限なプローブカーで全ての道路区間をカバーすることはできず、収集されるプローブ交通情報には大規模な欠損を含んでいる場合が多い。図 6 に大規模な欠損を含んでいる状態のプローブ交通情報を示す。細線が道路で、道路の両側に示されている中太線がプローブ交通情報である。プローブ交通情報は色が濃い程混雑していることを示している。一方、プローブ交通情報が示されていない道路部分はプローブ交通情報が欠損しているところである。本図に示すようにプローブ交通情報は大規模な欠損を含むことが多いため、従来の車上センサ方式を利用した交通

情報の予測技術には、詳細な予測モデルを実現するために十分なサンプルデータを揃えられないという課題があった。

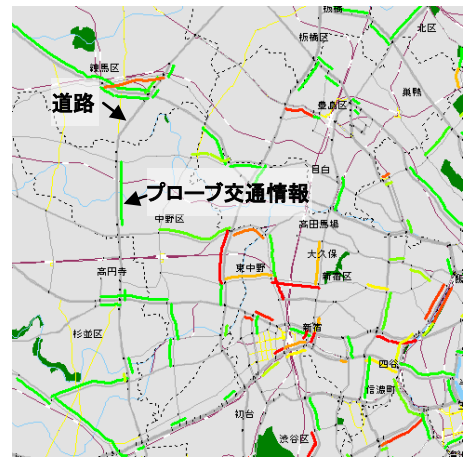


図 6 大規模な欠損を含むプローブ交通情報

(財)日本デジタル道路地図協会
全国デジタル道路地図データベース”DRM”使用

(2)解決策

そこで、プローブ交通情報の中にさまざまな時間的相関があることに着目し、プローブ交通情報の過去履歴に内在する約 20 種類の渋滞パターンを、主成分分析を用いて抽出する「推定補完技術」を開発した。図 7 は推定補完の手法である。まず①にて、プローブ交通情報の過去履歴から渋滞パターン(都心の渋滞、環状線の渋滞など)を抽出する。次に②にて、収集したある時刻のプローブ交通情報に各渋滞パターンの要素がどの程度含まれているかを示す係数を算出する。最後に③にて係数と各基底の積和を算出し、広域の交通情報を生成する。

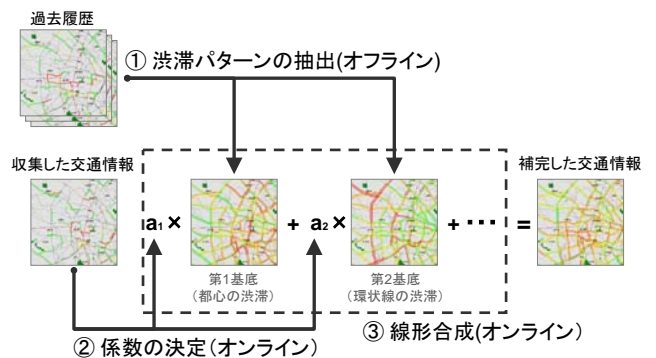


図 7 推定補完の手法

(3)効果

本手法により、欠損率 8 割といったまばらなプローブ交通情報からでも広域の交通情報の生成が可能となった。図 8 は推定補完後の交通情報である。図 6 に示したまばらなプローブ交通情報から推定した交通情報であり、多くの道路で交通情報を生成できている。 13) 14) 15)

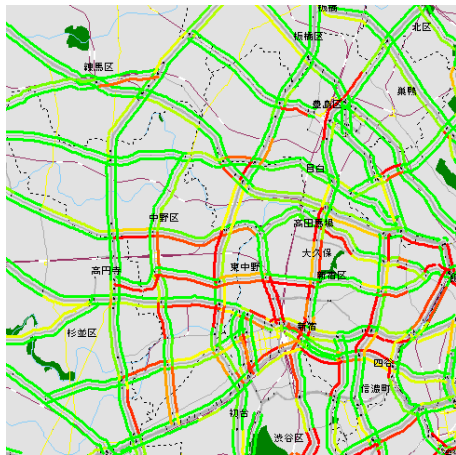


図 8 推定後のプローブ交通情報

(財)日本デジタル道路地図協会
全国デジタル道路地図データベース”DRM”使用

2.3.3.突発渋滞の伝搬予測技術

(1)課題

高速道路は一般道と比較して交通状況の再現性が低いという面がある。つまり、高速道路上は逃げ道がないため、事故の渋滞で出入口を閉鎖する/しない、通行止めにする/しないといった人為ファクターが大きく、これにより交通状況が大きく変化するからである。従って、統計的に予測した交通情報が当たりにくいという課題があった。

(2)解決策

そこで、高速道路においてはリアルタイムの交通情報を活用し、過去履歴から解析した交通渋滞の伝搬速度を用いて、数分から数時間程度先の交通状況の変化を高精度に予測する技術を開発した。図 9 は渋滞伝搬の様子である。横軸は道路区間で車は左から右へ走行する。縦軸は時刻で下向きが時間の流れである。色が濃い程混雑していることを示している。道路下流で発生した渋滞は上流へ一定の速さで伝搬する。

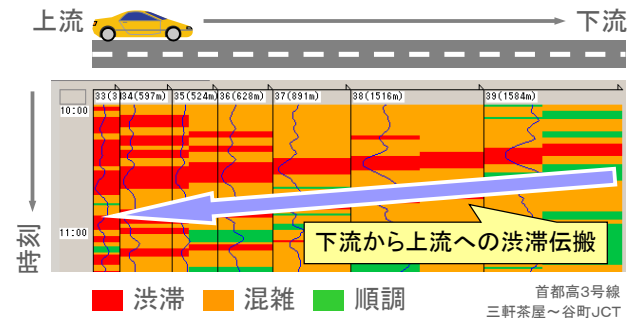


図 9 渋滞伝搬の様子

式 1 は、上流から下流までの道路上の各地点での走行速度のモデル式である。各地点での走行速度は、渋滞の伝搬係数と伝搬時間を考慮した特定時刻における速度との積を複数地点で加算することにより求める。

$$V_p(t_0 + \Delta t) = b_0 + \sum_{i=1}^m b_i \cdot V_i(t_0 + \Delta t - \tau_i) \quad \dots \text{式 1}$$

($t_0 + \Delta t$): 予測対象時刻, i : 地点番号, b_i : 伝搬係数
 τ_i : 伝搬時間, V_i : i 地点の速度, V_p : 予測区間速度

(3)効果

本技術の開発により、従来と比較して所要時間の予測誤差を最大で 50%以上改善できることを確認した。 16) 17)

3. エネルギー管理サービス

3.1. 背景

工場や事業所などの産業部門の省エネ対策促進のため、1979 年に「エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネ法)」が施行され、これまで国をあげて省エネ対策を促進してきた。従来の省エネ法では、年間使用エネルギー量が基準値(原油換算量で 1500[kl])以上のエネルギーを使用する工場や事業所を「エネルギー管理指定事業所」とし、①企業活動における電気・ガスなどのエネルギー使用量の計測と、②経済産業省などの行政に対し定期的に指定報告書を提出することを義務付けてきた。さらに、③年間平均 1%以上のエネルギー削減努力目標も課してきた。これらの大規模な工場や事業所の省エネ対策には、設備の省エネ化などの更新費用を肩代わりし、省エネ化により削減し

た電気・ガスなどのエネルギー費用の一部を収益とする ESCO(Energy Service Company : エネルギーサービス事業者)が、国による強力な支援により急速に伸長してきた。¹⁸⁾

これまで省エネ対策を促進してきた省エネ法は、年間使用エネルギー量の計測範囲が従来の「建物単位」から各地に点在する小規模の事業所などを統括する「企業全体」に拡大するよう改正され、2010 年 4 月に改正法が施行されることになった。図 10 は省エネ法の改正点である。従来法は基準値以上のエネルギーを消費する工場や事業所に対してエネルギー管理が義務付けられてきた。つまり、A ビル、B ビル、C ビルを有する X 社はいずれもビルもエネルギー消費量が基準値以下なのでエネルギー管理義務は生じなかった。しかし法改正後は、X 社が所有するビルのエネルギー使用量の合計を基準値と比較するので、X 社のエネルギー使用量は基準値以上となり、X 社はエネルギー管理が義務付けられることになる。

X社 所有ビル		Aビル	Bビル	Cビル
年間エネルギー消費量 (原油換算)		1000 (kL)	500 (kL)	400 (kL)
エネルギー 管理義務 の有無	現行法	判定基準 <1500 (kL) なし	判定基準 <1500 (kL) なし	判定基準 <1500 (kL) なし
	改正後	1000+500+400 = 1900 (kL) ≥ 1500 (kL) あり		

図 10 省エネ法の改正点

表 1 にエネルギー管理指定事業所の規模の目安を示す。小売店舗の場合、売り場面積が約 3 万 [m²]以上の規模である企業がエネルギー管理指定事業所である。例えば 1フロア当たり 20[m]×50[m], 5階建ての店舗を全国に 6棟所有する場合、総床面積は 3 万[m²]となり当該企業はエネルギー管理指定事業所となる可能性が高い。

表 1 エネルギー管理指定事業所の規模の目安

事業者	規模
小売店舗	約 3 万[m ²]以上
オフィス・事務所	約 600 万[kWh/年] 以上
ホテル	客室数 300~400 規模以上
病院	病床数 500~600 規模以上
コンビニエンスストア	30~40 店舗以上
ファーストフード店	25 店舗以上
ファミリーレストラン	15 店舗以上
フィットネスクラブ	8 店舗以上

(出展：資源エネルギー庁 HP)

これらの企業の省エネ対策として従来の ESCO の事業スタイルを当てはめる場合、事業所単体の使用エネルギー量が基準値を超えるような巨大拠点に対してはビジネスが成立するが、複数拠点を合わせてようやく基準値を超えるような中小規模拠点に対しては、投資に対する収益が見合わないため、ESCO の事業スタイルでは省エネ推進が困難であるという課題があった。また、新たにエネルギー管理の対象となる企業から、企業全体の使用エネルギー量の正確な把握や、より効果的な省エネルギー対策の実行支援などのニーズがあった。

3.2. エネルギー管理サービス

この課題やニーズに対し、使用エネルギー量の計測から行政に対する指定報告書の作成支援や中長期的な省エネルギー推進計画の提案まで、企業の省エネルギー活動を総合的にサポートする「エネルギー管理サービス」を本年 4 月に提供開始した。図 11 にエネルギー管理サービスの概要を示す。

①使用エネルギー量の計測・管理

各事業所で使用される電気・ガスなどのエネルギー使用量を、建物に設置した独自の計測端末が自動的に計測し、電話回線を通じて、24 時間 365 日稼働する日立カスタマーセンター（以下カスタマーセンター）にデータを送信する。全事業所分のデータはカスタマーセンターで合算され、企業全体の計測値として把握することが可能である。また、事業者自身がデータの計測・入力を実施し、カスタマーセンターでデータ管理することも可能

である。

②計測データから指定報告書に展開

カスタマーセンターで管理する全事業所の使用エネルギー量のデータを熱量や原油量に換算し、経済産業省などへ提出する指定報告書を作成する。この報告書データは Web を通じて当該企業のエネルギー管理部門へ提供される。

③省エネルギー対策が必要な事業所を抽出

省エネルギー達成率や CO2 排出量を、事業所ごとに Web で事業者公開することで、事業者がエネルギー効率を比較でき、省エネ対策が必要な事業所を簡単に抽出できる。

④中長期にわたる省エネ計画を立案

技術員が、省エネルギー対策が特に必要とされる事業所に直接赴き、空調・照明などの稼働状況を診断する。この際採取したデータを省エネシミュレータへ入力し、具体的な省エネルギー対策設備の提案や省エネルギー予想達成率、削減エネルギー投資効果などを試算する。そしてこの試算に基づき中長期的省エネルギー計画を立案し、事業者の総合的な省エネルギー施策を支援する。^{19) 20)}

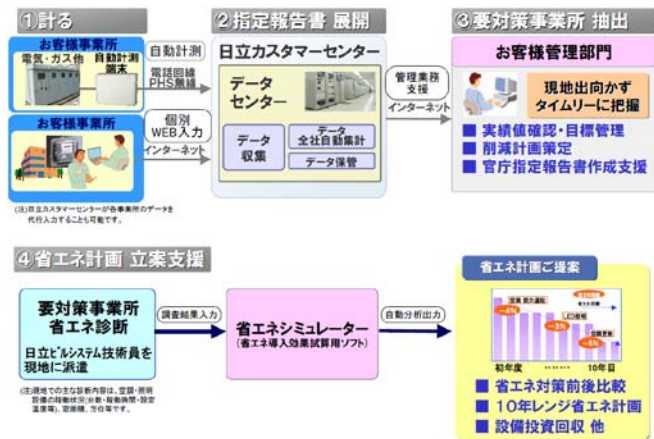


図 11 エネルギー管理サービスの概要

本サービスは従来の ESCO の事業スタイルとは異なり、サービスの月額利用料金などを収益とすることにより事業化が可能となった。また、本サービスの省エネへの効果は、④にて立案する中長期的の省エネ計画に沿って事業者が設備機器を更新することにより得られる。

4. おわりに

本報告では、日立の製品開発事業の一例としてカーナビ向け交通情報生成システムを、サービス事業の一例としてエネルギー管理サービスを紹介した。環境負荷の小さな製品の開発や省エネ支援サービスの提供は企業の社会的責任の一つである。今後も日立グループは、低炭素社会の実現に向け、省エネ製品の開発や省エネ支援サービスを実現し、「環境ビジョン 2025」として世界に発信した「2025 年度までの製品を通じた年間 1 億トンの CO2 排出抑制」を目指していく。

高橋広考



略歴

- 2000 年 3 月 東京理科大学 理工学部 電気工学科卒業。
- 2002 年 3 月 東京理科大学大学院 理工学研究科 電気工学専攻 修士課程修了。
- 同年 4 月 株式会社日立製作所入社
日立研究所附属。研究員。電気学会会員。

参考文献

- 1) 気象庁 Web ページ
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/camp/0010.pdf>
- 2) 環境省 Web ページ
<http://www.env.go.jp/earth/cop6/3-2.html>
- 3) 徳山和男 他, “環境負荷を低減するハイブリッド駆動システムの実用化”
日立評論 2007 年 11 月号, pp.24_27

- 4) “世界最高出力となる車載用リチウムイオン電池を開発し、今秋よりサンプル出荷開始” (株)日立製作所, 日立ビークルエナジー(株) ニュースリリース, 2009年5月19日
- 5) “リチウムイオン二次電池用制御装置を従来比 1/10 に小型化する専用制御 IC を開発” (株)日立製作所, 日立ビークルエナジー(株) ニュースリリース, 2005年6月9日
- 6) 原田泰志 他“環境に優しい都市エネルギーソリューション”日立評論 2004年4月号, pp.19_22
- 7) “省電力・省スペースなデータセンタ環境を実現する「モジュール型データセンタ」を提供開始”, (株)日立製作所ニュースリリース, 2009年1月20日
- 8) “最新の安心・省エネルギー機能を搭載した新型エスカレーター「VX シリーズ」を発売” (株)日立製作所ニュースリリース, 2008年1月17日
- 9) 横田孝義 他, “プローブカー情報を基にした道路交通情報の生成”, 日立評論 2006年8月号, pp.26_31
- 10) “次世代 ITS に向けた全国主要道路を網羅する交通情報予測技術を開発”, (株)日立製作所ニュースリリース, 2004年10月18日
- 11) M.Kumagai ”Long Range Traffic Situation Forecast by using Feature Space Projection Method”, 11th ITS World Congress (2004)
- 12) 熊谷正俊 他, “全国規模の交通情報サービスを目的とする所要時間長期予測技術の開発”, 情報処理学会論文誌 Dec-04 Vol.45 No.12 pp.2696_2705
- 13) “経路探索や所要時間などの交通情報予測を高精度化する技術を開発”(株)日立製作所ニュースリリース, 2005年11月4日
- 14) 熊谷正俊 他, “特徴空間射影によるプローブカーデータのリアルタイム補完”, 情報処理学会論文誌, Jul-06 Vol.47 No.7 pp.2133_2140
- 15) 熊谷正俊 他“複数道路リンクの特徴空間共有による交通情報予測モデルの小型化”, 電気学会論文誌 C 部門 Aug-06 Vol.126 No.8 pp.1033_1039
- 16) “大都市圏の高速道路に適した高精度な交通状況予測技術を開発”, (株)日立製作所ニュースリリース, 2006年10月5日
- 17) K.Yamane” TRAVEL TIME PREDICTION USING TRAFFIC CONDITIONS PROPAGATION MODEL” 13th ITS World Congress (2006)
- 18) 坂内正明 他“地球温暖化防止への施策とエネルギーソリューション”, 日立評論 2004年12月号 pp.9_14
- 19) “企業の省エネルギー活動を総合的にサポートするエネルギー管理サービスを提供開始”, (株)日立ビルシステム ニュースリリース, 2009年3月9日 発表
- 20) “改正省エネルギー法に対応した「エネルギー管理サービス」を太陽生命・大同生命の 423 拠点で提供開始”, (株)日立ビルシステム ニュースリリース. 2009年7月21日

太陽光発電システムの総合効率向上策

上智大学 理工学部 機能創造理工学科 准教授

宮武 昌史

1. はじめに

近年、太陽光発電に大きな注目が集まっている。日本は、ここ最近ずっと太陽電池パネルの生産量と国内の導入量とで世界一を誇っていた太陽電池王国であったが、生産量ではドイツや中国などが大きく台頭し、導入量でもドイツに抜かれ、さらにスペインにも抜かれるという、心許ない現状となっている。しかし、日本でも太陽光発電システム導入の補助金復活や、余剰発電電力量を電力会社を買ってもらう「買電」の価格が 1kWh 当たり 24 円から 48 円に倍増するなど、王国復活への布石も整ってきた。もちろん、コスト高や発電量が安定しない、太陽電池の製造時に無視できないくらいエネルギーを消費している等々、問題点も色々あり、現在の火力発電等を大々的に置き換えるのは容易ではないが、本稿では太陽光発電の是非はさておき、その発電効率について話をしたいと思う。

太陽光発電システムの効率向上には、半導体素子の一つである太陽電池セル自体の効率向上が不可欠であり、そのような研究開発が様々な所で行われていそうなことは恐らくご存知ではなかろうか。しかし、実は太陽電池自体の効率以外にも、太陽光発電システムとして組み上げた際の総合効率にも目を向けなければならない。

特に筆者は、その中でも、太陽電池パネルの一部に陰がかかる「部分陰問題」に興味を持っている。太陽電池は非線形な素子であり、異なる日射量が当たった電池を直並列に組み合わせると、非線形素子の組み合わせにより非常に複雑な電圧-

電流特性になり、理論的な最大発電電力が大幅に下がるうえ、最大電力を生み出す条件（電圧）を見付け出すこと自体も困難になる。

本稿では、その現象が生じるメカニズムと、メタヒューリスティクス等を利用した対応策を紹介し、自然エネルギー利用の重要さと難しさを紹介する。

2. 太陽光発電システムの基本構成

2.1 太陽電池モジュール

太陽光発電システムを構成する最小要素は太陽電池セルである。これは、ダイオードの pn 接合面に光を当てることで発生する光起電力を利用した半導体素子である。起電力は 1V にも満たないので、実用的な電圧を取り出すには、沢山のセルを直列につなぐ必要がある（電流が足りない場合はさらに並列にもする）。

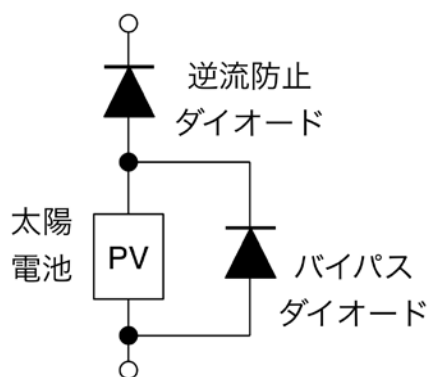


図 1 太陽電池とその保護

我々が太陽電池を買う場合、直並列につないだセルを敷き詰め、配線や防水加工等を施したモジュールを買うのが普通で、これを太陽電池モジュ

ールという。モジュールにはさらに太陽電池自体を保護する図 1 のダイオードが取り付けられているのが普通である。

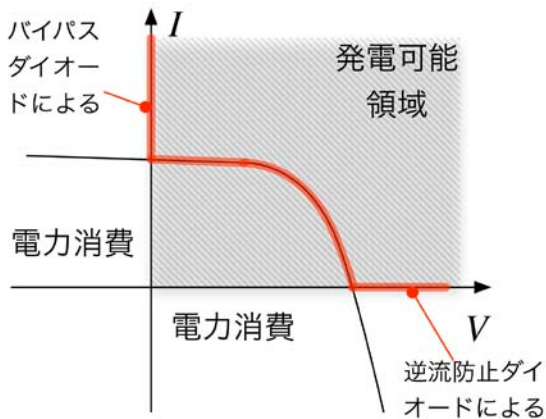


図 2 太陽電池モジュールの特性

これらのダイオードの役割を説明する。太陽電池はダイオードであるから、普通のダイオードと同様の特性を持つが、光による電流が加わることで、図 2 の黒線のようにダイオードの特性を電流方向に平行移動したような特性となる。ここで、発電できる領域は電圧と電流共に正の第 1 象限となり、第 2, 4 象限では発電はおろか、太陽電池でエネルギーが消費されてしまうことに注意しなくてはならない（なお、特性上、第 3 象限で動作することはあり得ない）。さらに、過剰な逆バイアス電圧は素子の破壊を招きかねない。太陽電池モジュールの特性を第 1 象限に留め、モジュールでエネルギーが消費されないように、さらに素子の破壊を防ぐのが、これらのダイオードである。図から分かる通り、特性はかなり非線形性が強く、これが後で述べるように様々な難しい特性を生み出すことになる。

バイパスダイオードは、モジュール全体で 1 つだけ付いているものもあれば、全部のセルに付いているものもある。セル毎に付けた方が特性が良くなるが、バイパスダイオード導通時の電圧降下が大きくなったり、コストが高くなるという欠点もある。

2.2 太陽光発電システム全体の構成

太陽電池モジュールの発電電力は色々であるが、大きいもので 200W 程度であろうと思う。これだけでは電力的に足りないので、通常はさらにモジュールを直列（場合によっては並列も）にして必要な電力を得る。

電力が十分でも、モジュールだけでは太陽光発電システムは成り立たない。その全体構成の概要を示したのが図 3 である。

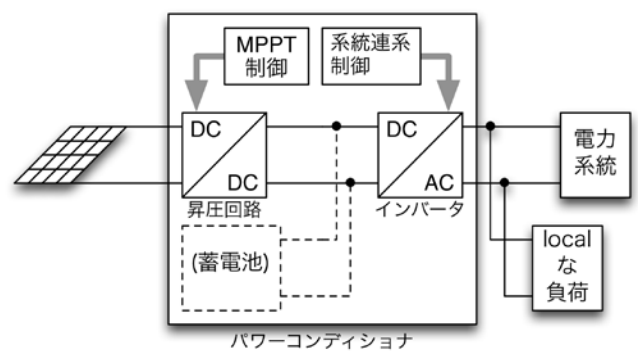


図 3 太陽光発電システム全体構成の概要

まず、モジュールは南向きで、緯度と同程度の角度に傾けて設置する。モジュール群を架台に取り付けた全体を太陽電池アレイと呼ぶ。

太陽電池の出力は直流であるが、我々が通常使う機器は交流で動いているので、直流を交流にしなくてはならない。直流を交流に変えるのがインバータ（情報系では not 回路を意味するが、電力系ではこの意味で用いる）である。交流出力を local な負荷だけに使う独立型発電の場合もあるが、図 3 のように電力系統につなぐ系統連系型（「連系」は誤字ではなく、「系」（系統）を連ねるということを意味する）の方が普通である。それには、インバータの出す交流周波数や位相を系統側に合わせる系統連系制御が必要となる。

さらに、そのインバータで系統と同じ電圧を発生するには、高い直流電圧が必要となる。例えば、日本のコンセントと同じ単相交流 100V（実効値）を綺麗に発生させるために最低必要な直流電圧は

その交流のp-p値、すなわち約 283Vとなる。設計にもよるが、モジュールを直列にしてもそれだけの電圧が稼げないケースも多いので、昇圧回路(昇圧チョッパ)で必要な交流電圧が出せるだけの直流電圧にすることが多い。通常は、その昇圧回路の制御で太陽電池モジュール群の動作電圧を制御し、最大電力を取り出せる電圧に自動調整する、最大電力追従制御 (Maximum Power Point Tracking control: MPPT control) が行われる¹⁾。

太陽光発電システムは、日射量による発電電力の変動が大きく、特に需要電力とはほぼ無関係に変動する点が問題である。そこで、系統連系しない場合は、需給のミスマッチを補償するバッテリー等の電力貯蔵装置が不可欠だが、系統連系する場合、ミスマッチは系統からの電力で埋め合わせられるので、設置されないことが多い。

3. 部分陰がかかったときの厄介な特性

直並列に接続された太陽電池モジュール群には、すべて均一な日射量が当たるとは限らない。例えば、ビルや樹木などの陰が時間帯によって一部にかかる場合もあれば、泥などで一部のモジュールだけが特に汚れた、というような場合もある。そんな場合、全体の特性はどうなるのだろうか。

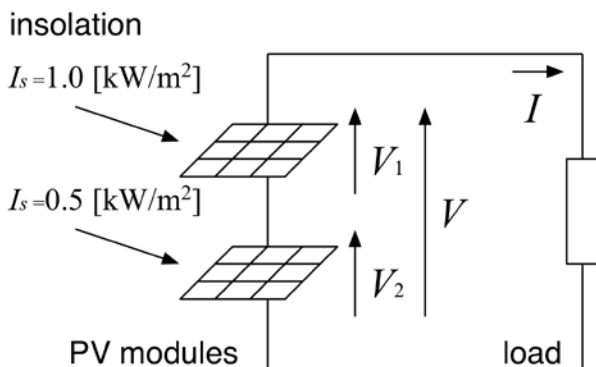


図 4 モジュール毎の日射量が異なる場合

図 4 はそれを検証するためのモデルである。最もシンプルな、2 つのモジュールが直列に接続さ

れたモデルで、それぞれに図に示すような日射量が当たっているものとする (昼間晴天時にはだいたい 1 kW/m^2 程度である)。

式は省略するが、上下のモジュール PV1, PV2 に対する電圧-電流特性は図 5 のそれぞれ青と緑の細線で示されている。それに対し、2 つを合わせた特性は、流れる電流が共通で、電圧が PV1 と PV2 との和になるため、図 5 の太く赤っぽい線となる。このように、2 段階の特性となる。2 個のモジュールですらこのような特性になるため、多数のモジュールからなるアレイは時に複雑な特性となり得る。非線形素子の組み合わせが生み出す、摩訶不思議な特性である。

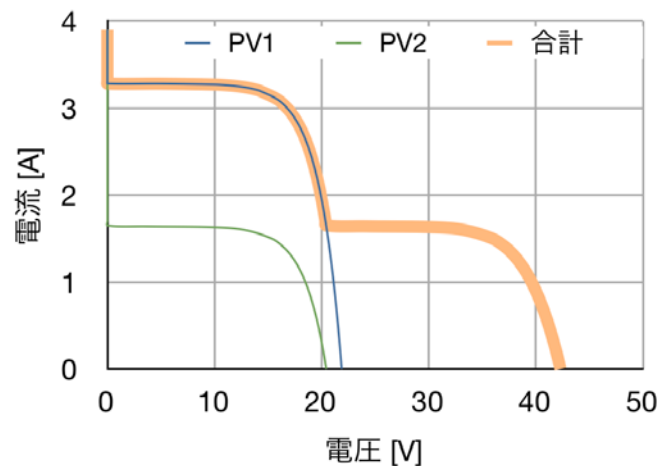
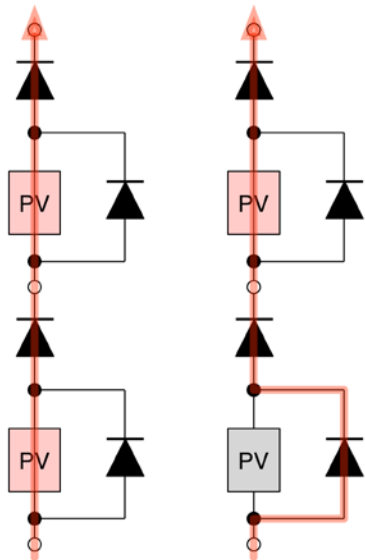


図 5 電圧-電流特性

段が付くのは、日射量の少ない PV2 のバイパスダイオードが動作しているかどうかによる。その様子を図 6 に示す。電流が少ない場合、(a)のように両方のモジュールで発電が行われ、PV1 と PV2 の合計の電圧が現れる。しかし、電流が多くなると、PV2 で発電ができず、(b)のようにバイパスダイオードを電流が流れるようになり、PV2 は回路から切り離される形で発電が止まる。この時、PV1 だけの電圧が現れる。

さて、図 5 の特性から、電圧-電力の特性を計算すると図 7 となる。それぞれ、発電電力はある電圧で最大となるが、まず、合計の電力に 2 つの

極大値があることが分かる．左右どちらの極大値が大きいかは条件に依存するため，真の最大値を前述の MPPT 制御で見つけ出すことは困難となる．



(a) 電流小 (b) 電流大

図 6 電流のパス

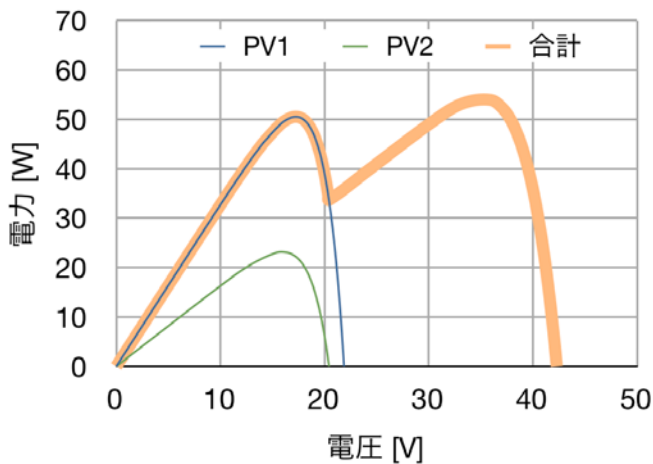


図 7 電圧－電力特性

また，PV1 だけの最大電力は約 50W，PV2 だけの最大電力は約 25W であるのに，合計の最大電力はその和の 75W よりもかなり小さいことが分かる．これは，仮に真の最大値を見つけられたとしても，直列接続により個々のモジュールは最適条件で動作していないことを意味する．

このように，部分影がかかった時の特性が大き

く劣化する可能性があるので，部分影がない設置条件を選ぶのが重要であるが，部分影がかかることが止むを得ない場合もある．よって，筆者らの研究グループを含め，色々な対処の方法が検討されている．次章では，筆者らの試みを紹介することで，対処法の要点をまとめることとする．

4. 部分陰問題への対処方法

～ 筆者らの試みを例として ～

部分影問題への対応方法の 1 つは，図 8 のように制御単位を細かくして，それぞれのモジュールを最適に動作させることである．ただし，それぞれのモジュールに昇圧回路と MPPT 制御器を付けなくてはならず，コストの面で問題となる．図 9 のように，1 つの MPPT 制御器で複数モジュールを個別制御できるのが理想だと思われる．

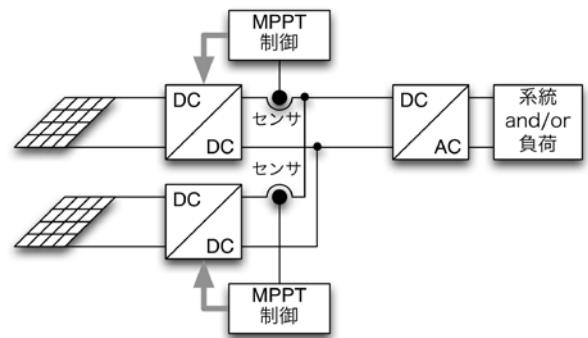


図 8 モジュール毎の制御方式

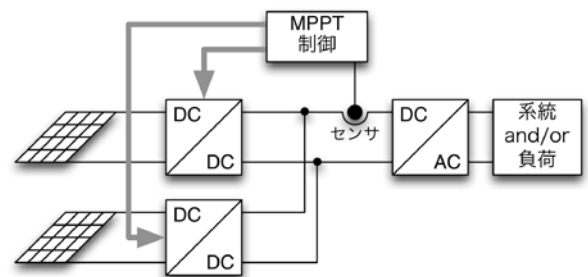


図 9 複数モジュールの個別制御方式

もう 1 つは，どうしても複数の極大点が発生してしまった場合でも，真の最大点を見つけられる MPPT 制御器を用いることである．複雑な制御アル

ゴリズムとなるため、制御器のコストが多少上がる懸念はあるが、太陽電池モジュール自体のコストに比べれば影響は大きくないと思われる。

筆者らの研究グループでは、その両方の観点から効果的なMPPT制御の検討を行っている²⁾。まず、制御単位を細かくすることに対しては、図 9 では合計電力をもとに個々の電圧を制御しており、図 10 に示すような 2 次元(あるいはそれ以上の次元)の最大点探索を行う必要がある。これは、多変数関数の最適化問題としても捉えることができる。また、真の最大点を見つけるということに対しては、メタヒューリスティクスの手法を用い、確率的あるいは発見的なプロセスを入れることでローカルな極大点から抜け出す工夫を行う。

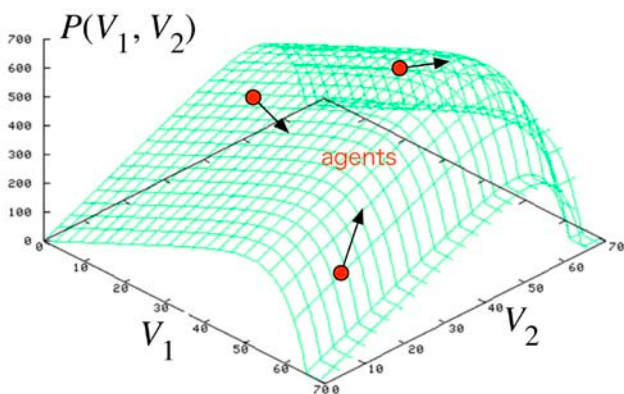


図 10 PSO 法による多次元制御のイメージ

そこでMPPTの基本アルゴリズムとして利用しているのが、Particle Swarm Optimization (PSO) と呼ばれる最適化手法である³⁾。これは、鳥などの群れが餌を探すプロセスをモデル化したものであり、図 10 の赤点で示したように、複数のエージェントが情報を共有し合いながら探索空間の中の最適点を見つけ出す。

時刻 k における i 番目のエージェントの位置ベクトルと速度ベクトルをそれぞれ s_i^k , v_i^k とすると、エージェントを動かす式は次の (1) (2) 式のようになる。

$$v_i^{k+1} = \omega v_i^k + c_1 r_1 (pbest_i - s_i^k) + c_2 r_2 (gbest - s_i^k) \quad (1)$$

$$s_i^{k+1} = s_i^k + v_i^{k+1} \quad (2)$$

ここで、 ω , c_1 , c_2 は係数で、性能が良くなるよう調整が必要である。 r_1 , r_2 は 0 から 1 の間の一様乱数であり、この値がエージェントの更新毎に変わることによって、発見的な探索効果が出る。さらに、 $pbest_i$ は自分のエージェントがこれまでに見つけ出した最適点を表し、自力探索を行うための情報である。また、 $gbest$ はすべてのエージェントの $pbest_i$ のうち、最も最適な点であり、群れ全体で共有する情報である。

(1) 式の右辺第 1 項は、エージェントの速度を保とうとする慣性の役割をし、第 2 項は、自力で見つけ出した最適点に行くよう作用し (これは個人技に相当する)、第 3 項は、群れ全体で見つけ出した最適点に行くよう作用する (これはチームワークに相当する)。これを図示したのが図 11 である。

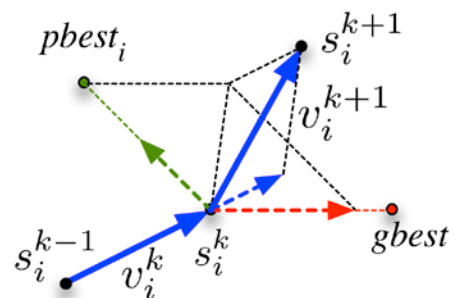


図 11 PSO 法におけるエージェントの動き

この PSO 法は、一般的な最適化手法であり、これをリアルタイムの制御である MPPT に適用するにはいくつか工夫を行う必要がある。まず、実際の制御ではエージェントの指し示す電圧に実際の電圧を設定し、発電しつつ電力を測定してエージェントの場所の評価をするという手順を踏むので、応答を早くすることが必要である。エージェント

が多すぎると、真の最適点を見つける能力は上がるが、応答が遅くなるため、筆者らの検討ではエージェントは 3 個のみとしている。また、日射量が変化した際、最適点を探索し直す機構も必要である。これには、日射量の変化を検知してエージェントの初期化 ($pbest_i$ と $gbest$ をクリアして、エージェントの位置を初期位置に戻す) を行ったり、一定時間で初期化を行ったりして対応する。

紙面の都合で詳細な結果は省略するが、図 12 に実験結果を示す。モジュール単位の制御は複雑すぎて困難なので、アレイ単位での制御を行っているが、2 組のアレイ (3 直列 2 並列のモジュールからなる) に対し、個別に電圧を制御している様子が分かる。特に、30 分以降では、1 つのアレイの電圧が下がっているが、これは部分影により最適動作点が大きく移動したことを意味する。

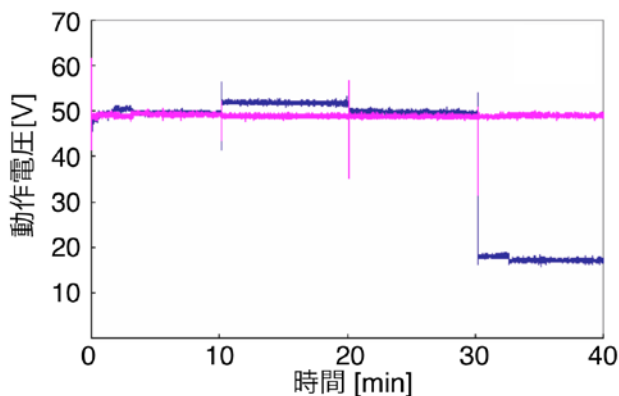


図 12 2 つのアレイを別個に制御する様子

5. おわりに

ここまで見てきたように、太陽光発電システムには、一般の人にはあまり知られていないような奥深い点が沢山あり、それが筆者の興味を惹きつける理由の一つになっている。本システムの諸課題の解決には、電気電子回路工学、電力工学、電子物性工学、光工学、制御工学、数理工学などを有機的に活用することが求められる。本稿が、太陽光発電のより深い理解につながれば幸いである。

宮武 昌史



略歴

1994 年 3 月 東京大学工学部電気工学科卒業。
1999 年 3 月 同大学院工学系研究科電子情報工学専攻博士課程修了, 博士(工学). 1999 年 4 月東京理科大学理工学部電気工学科助手. 2000 年 4 月上智大学理工学部電気・電子工学科講師. 2004 年 4 月同助教授. 2008 年 4 月同機能創造理工学科准教授, 現在に至る. 専門は電気機器・電気エネルギー変換・エネルギー管理制御とその応用. 電気学会, IEEE 等会員

参考文献

- 1) Esham Trishan, Chapman Patrick L. : “Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques” *IEEE Transactions on Energy Conversion*, Vol.11, No.2, pp.439-449 (2007).
- 2) M. Miyatake, et al.: “Maximum Power Point Tracking of Multiple Photovoltaic Arrays: A Particle Swarm Optimization Approach” *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems* (in press).
- 3) J. Kennedy and R. Eberhart: “Particle Swarm Optimization” *Proc. of IEEE International Conference on Neural Networks*, Vol. IV, pp.1942-1948, Perth (1995).

モノのネットワーク化による省エネ・エコの実現

日本電信電話株式会社 NTT 未来ねっと研究所
松尾真人

1. はじめに

環境省の報告[1]によると、2008 年度の温室効果ガス排出量（速報値）は、京都議定書で規定する基準年（1990 年）と比較して、企業努力と景気後退で工場等の産業部門が 13.0%減になったにも関わらず、家庭部門が 34.7%増、店舗・オフィス等の業務その他の部門が 41.3%増となっている。この 2 部門で全排出量の 1/3 を占めており、家庭や店舗・オフィスにおける対策が急務となっている。この原因のひとつに電化製品の増加がある。例えば、家庭における電気の 7 割は空調、冷蔵庫、照明、テレビの 4 つで消費されており、これらの消費量を減らすだけでも温室効果ガス排出量削減に貢献できる[2]。したがって、消費者一人ひとりが日々の暮らしにおいてエネルギーやエコを意識して生活することが重要となる。つまり普段利用している製品／手段を省エネ・エコなものに変えていくとともに、(1)個々の利用状況を常時「見える化」したうえで、(2)不要なものは電源を切る／使わない、(3)利用を必要最小限に抑える、など利用方法を賢く工夫していく必要がある。またこの運用を自動化・最適化できることが好ましい。

これらを実現する技術としてユビキタスネットワーク技術がある。ユビキタスネットワークとは、いつでも、どこでも、誰でも、何でも、簡単につながる情報通信ネットワークであるが、ポイントは人やコンピュータだけでなく、機器やセンサなどのモノがネットワーク化されることである。従来ネットワーク化されなかったモノがネットワーク化されることで、エネルギー消費や環境に関する「見える化」や適切なコントロールが可能になる。

本稿では、このモノのネットワーク化で実現できる省エネ・エコのシステム例として、スマートグリッドを含むいくつかの事例を紹介する。またそれらを支えるインフラ技術のひとつとして NTT で研究開発を進めている広域ユビキタスネットワークを紹介する。

2. モノのネットワーク化による省エネ・エコのシステム事例

2. 1 省エネのためのユーザシステム

家庭内の見える化として省エネナビ[3]がある。省エネナビは、家庭の電気、ガス、水道使用量を別々に測定し、データを表示器に無線で送信し、それぞれを金額に換算して表示するシステムであり、省エネルギーセンタが広報活動している。見える化だけでも、事前に決めた目標値と比較させることで、電気使用量を 2 割削減できることを実験で確認している。市販品には、ユーザ自身が分電盤に測定器を取り付けて測定値を特定小電力無線で送信するものや、ホームオートメーションに予め組み込むものが多い。これは使用量全体を見える化するものであるが、製品毎の見える化を実現するものとして、家電機器個々の消費電力量の収集・管理を家庭内電力線と CATV インフラを利用して行なう実証実験が、総務省ユビキタス特区事業として進んでいる[4]。

店舗・オフィスの例としては、センサを使ったコンビニエンス店舗での CO2 削減実験[5]がある。店内にセンサを設置し、気温や照度データを収集し、空調や照明の制御を行うことで、1 ～ 3 割の消費電力削減

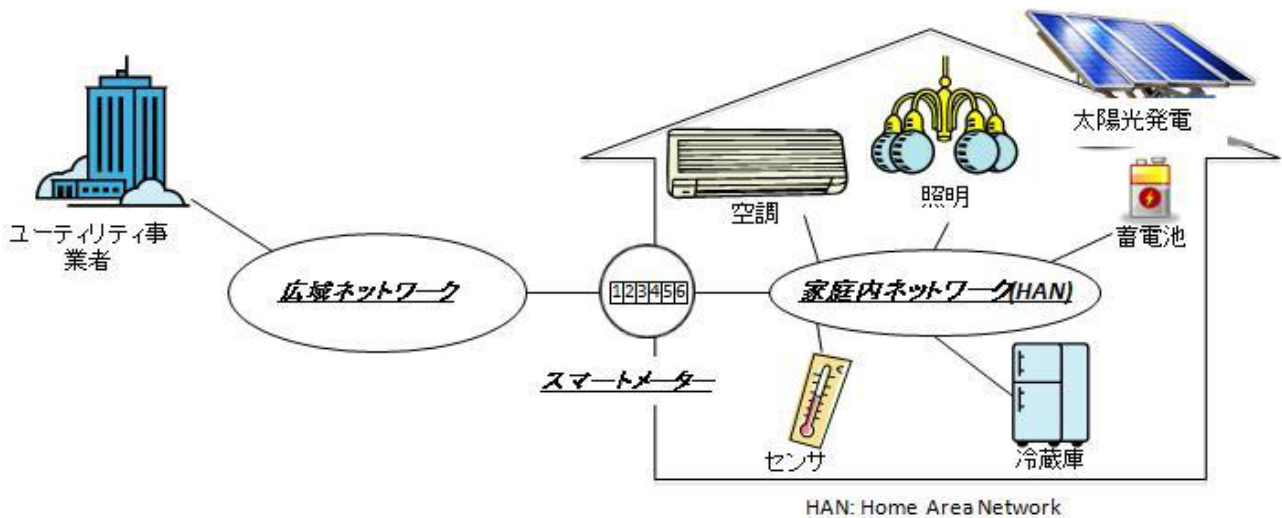


図 1 スマートグリッドを構成するネットワーク

減を確認し、要冷機器も含めた店舗全体自動制御システムの開発を進めている。Remoni [6]は、電力や温度、湿度、CO2 濃度、警報など多様なセンサデータを収集して Web ブラウザで収集データを閲覧できる。個々のセンサを取り付けた計測ユニットから LAN・インターネットを利用してデータを収集する。ASP 方式で設備投資が抑えられるため中小規模のビルや店舗等でも導入でき、かつ複数拠点をまとめた管理が可能になる。その他にも、住宅・建設、空調、電気設備などの業界が、家庭やビルのエネルギー管理システムに取り組んでいる。

一般にユーザ自身がこのようなシステムを導入するには機器の設定や設備コストといった負担が大きいため、十分な普及には至っていない。電力線通信 (PLC) は家庭電力線をそのまま利用できるが、屋内配線の種類によっては通信できない場合や、他の家電機器の影響を受ける場合もあるため、設定・管理が面倒となる。また対象は測定しやすい電力が中心で、ガスや水道までカバーしたものはほとんど見受けられない。なお、建物個々の施策ではどうしても省エネ効果は低く、より大きな効果を得るためには、街や地域ぐるみで共通に利用できるインフラとして提供されることが好ましい。これにより、多くの人々が参加できるとともに、様々なプレイヤーが入ることによって多様なサービスの提供が可能となり、省エネ・エコ活動が活性化されると期待できる。

2. 2 省エネのためのインフラシステム

インフラシステムは電気・ガス・水道などのユーティリティ事業者からユーザ共通に提供される。ここでは、欧米で注目されているスマートグリッドと日本での状況について紹介する。

(1) スマートグリッド

スマートグリッド [7] [8] [9] は、元々は送配電網の信頼性向上を目的としていた。ところが、CO2 排出量削減・地球温暖化防止に向けた取り組みの高まりを背景に、次を実現する次世代インフラの構築まで計画が広がっている。

- ・ 太陽光などの再生可能エネルギーの積極的活用と、徹底した省エネルギーによる温室効果ガスの削減
- ・ そのためのエネルギーと情報通信の融合による新たなサービスの創出

これらの実現においてポイントとなるのが、各家庭に設置されるスマートメーターである。スマートメーターは、通信機能と家庭内の他の機器の管理機能をもつ高機能なデジタル式メーターである。再生可能エネルギーはそもそも供給量が変動しやすいうえに、太陽光発電や燃料電池などの普及により各家庭や事業所がその供給者になること、また電気自動

車による電力需要も予想されることから、供給・需要量が大きく変動する可能性がある。需給バランスが崩れると周波数変動により電力系統に支障が生じるので、各家庭における電力の需給量を管理してバランスを維持する必要がでてくる[9]。蓄電池によって安定化を図ると共に、スマートメーターを介してエネルギーの供給側と需要側が双方向通信を行うことで、需要のオフピーク化と需給バランスのコントロールが可能となる。例えば

- ・ 電力使用量を見える化し、省エネを促す
- ・ 料金多様化によりユーザ利用時間帯を分散させ、電力需要ピーク値を抑える
- ・ 将来的には、電力業者による宅内機器の直接制御や、宅内機器や蓄電池の電力価格に応じたインテリジェントな動作により需給バランスを維持する。

これら需要のオフピーク化により、送配電網の整備よりも手っ取り早く安いコストでエネルギー供給の安定化・効率化が図れ、サービス開始・停止の遠隔制御や遠隔検針など業務コスト削減も期待できることから、欧米の電力会社もスマートメーターの設置を急ぐとともに、大規模な実験を進めている。

スマートメーターによるエネルギーと通信の融合は、家庭内のあらゆる電化製品のネットワーク化を可能とするため、新たな市場の形成が期待される[9]。特に、宅内機器メーカは、スマートメーターと相互接続する、白物家電を含めた宅内アプライアンス機器の開発を進め、そのネットワーク化によりエネルギー管理システムの提供を狙っている。GEは白物家電の電力消費を住宅内で管理する専用システムとスマートメーター、再生可能エネルギーを組み合わせて、電力消費と電力代金を大幅削減する“Net-Zero Energy Homes”というコンセプトを発表している[10]。また、IBMは電力だけでなく、水道も含めた管理システムを構築し、地域全体のエネルギー資源の効率利用を進めようとしている[11]。Googleは自宅の電力使用量のモニタリング結果を確認できるソフトをiGoogleのガジェットとして発表している[12]。毎日

チェックするエネルギー管理がポータルページの必須要素になるかもしれない。

スマートグリッドを構成するネットワークは、スマートメーターと機器を接続する家庭内ネットワーク（HAN: Home Area Network）と、スマートメーターとセンタを接続する広域ネットワークとに大きく分かれる（図1）。HANについては、設置の容易性からZigBee[13]などの無線が主流であるが、デファクト化はされていない。そこでUtility Smart Access Port Alliance(U-SNAP)[14]では、複数の通信プロトコルの違いを吸収してどんな通信方式のスマートメーターとも接続可能とする通信アーキテクチャを規定している。一方、広域ネットワークに関しては、米国ではZigBee, WiMAX [15]など固定無線が中心で、次にPLCが多く利用されているが[16]、IEEE802.15.4gで低速かつロングスパンのメッシュ無線方式Wireless Neighborhood Area Networks(WNAN)が検討されている。無線の場合はマルチホップが基本となるが、例えば、A家のメーターがB家の検針や機器制御に使われることになるため、プライバシーの問題が指摘されており、特に日本での導入にはハードルが高いと思われる。

(2) 日本のユーティリティネットワーク

スマートグリッドに対する日本の取り組みは二つの点で異なる。一つは、日本の電力網は整備済みで、設備監視や需要に応じた制御もすでに実現できていることである。よって電力事業者が一般家庭などにまで立ち入って制御するという取り組みは活発でなく、まずは蓄電池技術を利用した各家庭や事業所内での再生可能エネルギーの利用制御に焦点をあてている[9]。もう一つは、欧米では電力・ガス・水道などのインフラをひとつの会社で提供するマルチユーティリティ化が進んでいることである。よって欧米ではガスや水道のメーターに通信機能を持たせれば、スマートメーター経由でガスや水道メーターも収容できる。しかし日本では別事業者であるため、個別のインフラが必要となる。

メーターの電子化と双方向通信については、日本では難検針地域での遠隔検針や、安全確保のための遠隔遮断(ガス)などを目的に既に導入されている。またホームセキュリティや給湯器の遠隔制御などの付加サービスもある。ただし、そのインフラにはユーザ宅の固定電話回線が用いられているため、近年の固定電話回線の減少によりサービスが提供しにくくなってきている[17]。

これに対して、関西電力はマルチホップ無線と光回線の組合せでインフラの設置を計画している[18]。1200万台の電力メーターを無線通信機能付きメーターに変え、マルチホップ無線通信で複数の電力メーターを集約して、光回線でセンタや営業所とつなぎ、全戸に対して遠隔監視や遠隔検針などを実現する。また、東京ガス、大阪ガス、東邦ガスなどは、メーターの通信インタフェースを統一化し、屋内機器との接続ネットワークと広域ネットワークをともに無線ネットワークで実現することを計画している[19]。

一般に用いられているメーターの定期交換期間は、電気・ガスは10年、水道は8年であることから、広域ネットワークの実現には、ユーザ宅のネットワークに依存せず、長期間利用できる無線インフラが必要であり、その設備の設置・維持管理コストやセキュリティが課題となる。

2. 3 エコのためのシステム

家庭で購買する商品に関するCO₂排出量を環境家計簿として見える化する実証実験が、総務省ユビキタス特区事業で進められている[20]。POSシステムの情報や銀行の入出金情報等を連携させて家計簿を自動生成し、家計簿に登録された商品データ等からその商品を手にするのに必要なCO₂消費量を自動算出する。また環境保全状況の直接監視システムとしては、屋外になることから一般的にセンサネットワークによる無線マルチホップや携帯電話モジュール等を用いて環境センサの情報収集が試みられている。しかし屋外では給電が困難な場合が多いため、その

電池寿命や運用コストが課題となる。

3. 広域ユビキタスネットワーク

NTTで研究開発を進めている広域ユビキタスネットワーク[21][22]は、一般家庭、自動車、工場、都市部の公共空間や森林等、屋内外の広範囲に渡って様々な場所に設置された、極めて多くの低能力・低消費電力の小型センサやデバイスをネットワーク化する経済的な通信インフラである。無線タグ等と同様の低速で情報量の小さい通信に特化することにより、携帯電話よりも広いセルサイズをカバーし、このセル内に非常に多くの端末を安価に直接収容する。無線端末は小型で、電池駆動で長寿命を実現しており、無線区間は双方向通信でトラッキング防止やなりすまし防止などのセキュリティも具備している。よって長期にわたるモノの管理などに適している。例えば、電気・ガス・水道の遠隔検針、移動体の状態把握、消費生活用製品の状態監視、環境情報の収集、廃棄物管理などが適用例として考えられる。以上から、省エネ・エコを実現するシステムのインフラとして期待されており、2009年より総務省ユビキタス特区事業として、東京都内6区においてガス検針などの実証実験を進めている[23]。

システム構成を図2に示す。広域ユビキタスネットワーク(以降、広域uNWと省略する)は、無線端末と基地局、アクセスサーバ、管理サーバ、IPゲートウェイからなる。ユーザはモノを測定するためのセンサやデバイスと、それらを管理するサーバ(IP端末)を準備し、それぞれ無線端末、IPゲートウェイに接続することでデータの送受信が行なえる。

長期にわたるモノの管理では、送受信される個々のデータ量は小さく、通信頻度も月に数回程度から1時間に1回程度と想定される。よって、無線端末のデータ送受信速度を低速化し、送信電力を10mW以下とすることで、消費電力を低減し、長寿命化を実現する。なお、通信間隔が非常に長い場合は通信時よりも待機時の電力消費量の影響が大きくなることか

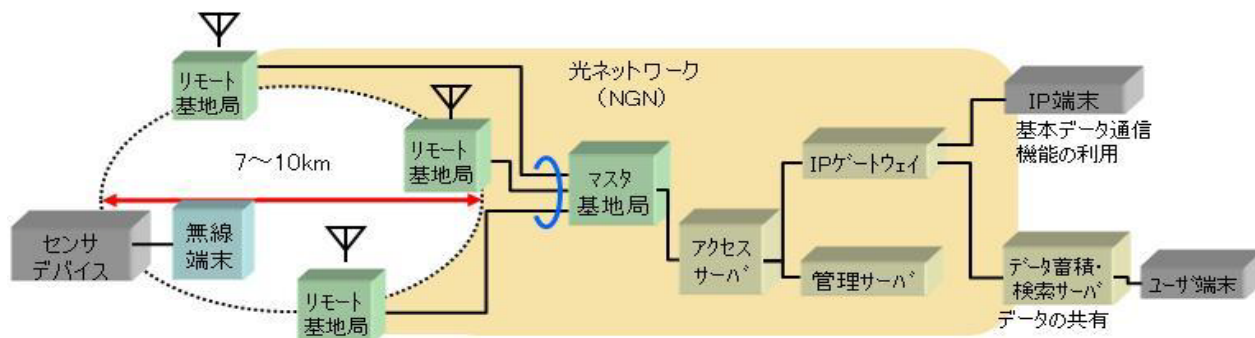


図 2 広域ユビキタスネットワーク (広域 uNW) のシステム構成

ら、この待機時の電力漏れを抑えることによりコイン電池で5年以上の動作を可能としている。

基地局はセルの中心に配置する構成ではなく、セルの外縁に複数のリモート基地局を配置して中心に向かって電波を送受信する構成とし、光回線によるデジタルファイバ無線技術で個々のリモート基地局をマスタ基地局に接続している。この構成により、送受信方向を複数確保して建物による電波の遮へいなどの影響を抑えらるとともに、それぞれの基地局で受けた電波が弱くても、それらを合成することで受信信号を復調できる。加えて、比較的低い周波数 (VHF/UHF 帯を想定) を利用することで、セル半径 3.5~5km といった広いエリアをカバーする。これにより設備コストを低減し、安価なサービスを提供する。

アクセスサーバは無線端末の移動管理、認証と送信受付制御を、IPゲートウェイはIP端末とのデータ送受信制御を担う。管理サーバは各処理に必要な情報を管理する。低能力・低消費電力である無線端末を安全に大量に收容するため、端末数やトラフィックに応じた増減設が可能なスケーラブルな構成とし、無線区間は携帯電話やIPより簡易なプロトコルを規定している。例えば、無線端末が通信するIP端末は予め固定して広域 uNW で転送先を決定する、有線区間とは異なる無線端末識別子を用いて情報量を削減する、認証時に使う識別子は無線端末とアクセスサーバで同期して変更する、などの工夫をしている。

データ蓄積・検索サーバは、センサやデバイスからのセンサデータやそれらへのコマンドデータを一旦蓄積し、検索・配送する機能を保持し、端末ごと

のデータ様式や、端末の状態 (待機、圏外など) に依存せず、データを送受信可能とする。Web 経由でモノの管理が可能となるため、中小企業や個人などが個別に IP 端末を運用する負担を軽減できる。本サーバにより、環境センサからのデータなどをアクセス権に応じて複数のアプリケーションで共有できるようになるため、多様なサービス提供が期待できる。例えば、自分のメーター値を日々確認する他に、居住区の統計値や、エネルギー削減量のランキングなどが確認できることで、個人々ひいては地域全体で省エネの意識を高めることができるかも知れない。また個人々が設置した環境センサからデータを収集して、環境分析や予測などのデータ処理を行なうことにより、Web2.0の集合知のようなユーザ参加型サービスの登場が期待できる。

4. おわりに

省エネ・エコを実現するには、より省エネ・エコなものを生み出すこと、「見える化」すること、不要なものは電源を切る/使わないこと、利用を最小限にすることを徹底して進めていく必要がある。個々の製品やメーター等の計測器、環境センシングのためのセンサやデバイスといったモノをネットワーク化するインフラを実現することにより、個人々だけでなく、地域全体で省エネ・エコを推進できるようになることが期待される。そのためには、ユーザ自身が設置しやすく精度の高いセンサやデバイスを実現するデバイス技術や、センサ値から所望の情報を抽出してサービスに活用するデータ処理技術の課題

だけでなく，ユーザが積極的に身の回りのデータをあげたくなるようなユーザ参加型のサービスモデルを実現していく必要がある。

松尾真人



略歴

昭 61 京大・工・精密卒。昭 63 同大大学院修士課程了。同年日本電信電話（株）入社。以来，適応型ネットワークサービス技術，ユビキタスネットワーク技術の研究に従事。現在，NTT 未来ねっと研究所主幹研究員。情報処理学会会員。

参考文献

[1] <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/index.html>

[2] <http://www.eccj.or.jp/index.html>

[3] <http://www.eccj.or.jp/navi/index.html>,

[4] http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2008/pdf/080331_19_bs4.pdf

[5] <http://sankei.jp.msn.com/economy/business/080929/biz0809291851005-n1.htm>

[6] <http://www.ntt-f.co.jp/news/heisei21/h21-0209.html>

[7] 日経エレクトロニクス 2009. 6. 1 「スマートグリッド -米国の次世代電力網が目指すもの-

[8] 日経エコロジ 2009. 09 スマートグリッドに 40 億ドル投入 送電設備の更新で停電対策進むか

[9] 日経エレクトロニクス 2009. 10. 19 「スマー

トグリッド ON! -蓄電池とセンサが創る次世代電力網-

[10] <http://www.genewscenter.com/content/detailmail.aspx?releaseid=7304&newsareaid=2&changecurrentlocale=5>

[11] <http://www-06.ibm.com/jp/press/2009/02/0601.html>

[12] <http://japan.cnet.com/marketing/story/0,3800080523,20388039,00.htm>

[13] <http://www.zbsigj.org/index.htm>

[14] <http://www.usnap.org/>

[15] <http://www.wimaxforum.jp/>

[16] 鈴木，「スマートメータを用いた電力流通インフラの海外動向，」電学論 B，127 巻 9 号，pp. 977-980，2007

[17] http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/chousa/yubikitasu_c/040415_2.html

[18] 日経エレクトロニクス 2008. 11. 13 「電力メーターが「スマート」になる日」

[19] <http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20090424/169334/>

[20] http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2008/pdf/080428_2_bs4.pdf

[21] 斎藤，梅比良，守倉，「広域ユビキタスネットワークインフラストラクチャに向けた考察，」信学論 B，Vol. J88-B，No. 11，pp. 2128-2136，2005.

[22] H. Saito, O. Kagami, M. Umehira, and Y. Kado, "Wide Area Ubiquitous Network: The network operator's view of a sensor network," IEEE Communication Magazine, pp. 112-120, Dec. 2008.

[23] <http://www.ntt.co.jp/news/news09/0903/090331a.html>

東京電機大学における風力発電の研究

東京電機大学未来科学部情報メディア学科講師

竜田藤男

1. はじめに

2006年3月に東京電機大学千葉ニュータウンキャンパス構内に、電気出力40kWの研究用風力発電施設が竣工しました。本風力発電施設は、富士重工製SUBARU 15/40 風力発電システム¹⁾をベースに、本学が研究開発している風力発電用電力変換システム（以下、東京電機大学方式風力発電システム、TDUシステム）を併設した構成になっています。これは平成17年度文部科学省研究装置施設整備費の助成により設置したものです。私は、現在本学工学部電気電子工学科、西方教授が指導されているドライブシステム研究室²⁾と一緒に、風力関係のテーマで研究をさせて頂いています。今回、本学における風力発電の研究について紹介させて頂く機会を頂きましたので、本施設の概要と、本学が取り組んでいる風力発電関連研究テーマの概要について紹介させて頂きます。

2. 東京電機大学風力発電研究施設^{3,4)}

2.1 設備の概要

図1ならびに表1に本学の風力発電研究施設の概観と基本仕様を示します。本風力発電研究施設は、風力タービンのほか、制御・計測装置を収めた計測棟（学生達は風車小屋と呼んでいます）等で構成されています。風力タービンはブレード数3枚のアップウィンド形の、いわゆる典型的なプロペラ形で、常に風上に向かうように制御されています。ナセルには風力発電機が収納されている他、避雷針および風速・風向計が設置されています。各ブレード先端にはレセプタと呼ばれる金属

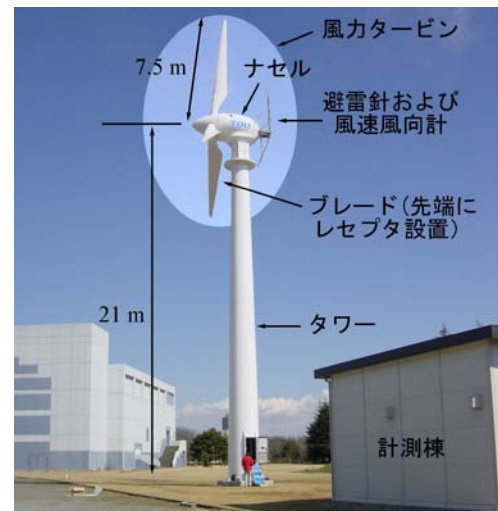


図1 東京電機大学風力発電研究施設の概観

表1 風力発電システムの基本仕様

ブレード数	3
ロータ位置	アップウィンド
ロータ直径	15 m
ハブ高さ	21 m
定格出力	40 kW
定格風速	11 m/s
カットイン風速	2 m/s
カットアウト風速	25 m/s
極値風速（耐風速）	60 m/s
回転速度	18～69 rpm
発電機形式	永久磁石同期
出力制御	アクティブ・ピッチ

が埋め込まれており、ブレードへの落雷時には、ここを通じて雷電流を地中に逃がします。

大学等での風力発電の研究では、コストや設置場所の制約から、出力が数百～数 kW 程度の小型風力発電機が用いられることも多いのですが、これらの制御方法や特性は、大型風力発電装置とは

かなり異なります。これに対し本風力発電施設の定格出力は 40kW で、実用規模の風力発電施設としては比較的小規模なものですが、制御方式は基本的に MW 級の大型のものと同じであり、本設備を利用した研究成果は容易に大型風力発電システムに応用可能です。

2.2 電力変換装置の構成

風力発電システムの運転方式には大別して、固定速運転と可変速運転方式があります。固定速運転では風速が変化しても風力タービンの運転速度はほぼ一定で、設備も簡単で低コストです。一方、可変速運転は、風速に応じて風力タービンの運転速度を変化させる方式で、装置が複雑でコストが高くなる欠点もありますが、風力タービンの最適条件での運転が可能であり、今後普及が進んでゆくものと思われます。なお本学の風力発電施設は後者の可変速運転を行っています。

可変速運転では、風速に応じて風力発電機の出力電圧や周波数が変化するため、発電電力をそのまま利用することは困難です。このため可変速運転の 1 方式である DC リンク方式では、発電電力を整流回路で一旦直流に変換し、その後インバータにより一定電圧、一定周波数の交流電力に再度変換します。図 2 に本学風力発電施設の電力変換システム構成を示します。前述のように、本施設はメーカーが提供する既存の電力変換装置（図中、FHI power converter 部分、以下 FHI システム）の他に、本学で研究開発している東京電機大学方式電力変換装置（同、TDU power converter、以下 TDU 方式風力発電システム）が併設されており、1 つの風力発電機の出力を切り替えて利用しています。

本風力発電施設は、常時は無人運転を行い、発電した電力は FHI システムを通じて電力システムと連系し、キャンパス内の消費電力の一部を賄っています（発電規模が小規模なため、事実上学外への送電はありません）。この FHI システムを含め、現在実用されている DC リンク方式の電力変換装置は、殆どが電圧形 PWM インバータを主体に構成

されています。この方式では IGBT のような高速な自己消弧形素子や、大容量の平滑キャパシタ、出力用ローパスフィルタ等が必要となりますが、一方で IGBT は過負荷耐性や大容量化に、また大容量キャパシタには寿命といった課題があり、これらが大型化に対する制約や、また定期的なメンテナンスが不可欠であるといった問題となります。

一方、TDU 方式の実験を実施する場合は、発電機の出力を TDU 側に切り替えます。TDU 方式は、現時点では商用電力システムとの連系の許可を得ていないため、発電した電力は図中の擬似負荷装置（Dummy load）で消費しています。TDU 方式の概要は 3.1 で紹介します。

2.3 遠隔監視制御システム

本学風力発電施設は千葉ニュータウンキャンパスに設置されており、筆者らが常勤している都心の神田キャンパスからは直線距離で約 33 km、移動には電車で 1 時間以上を要します。このため常時は無人で運転しており、遠隔地からの運転状況の監視や制御のために、キャンパス間ネットワークを利用した遠隔監視・制御システムを構築しています。図 3 にその構成を示します。

風力発電装置から得られた風速、風向、発電状況などの計測データは、計測棟内に設置した計測サーバに蓄積されると同時に、神田キャンパス情報メディア学科内の http サーバに転送されます。さらに、ライブカメラによる動画と合わせて web

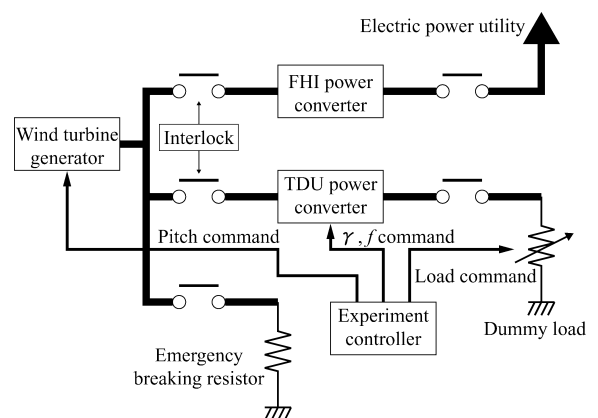


図 2 電力変換システムの構成

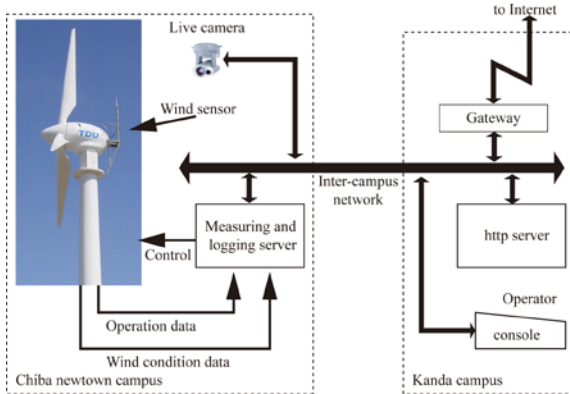


図 3 遠隔計測、制御システムの構成

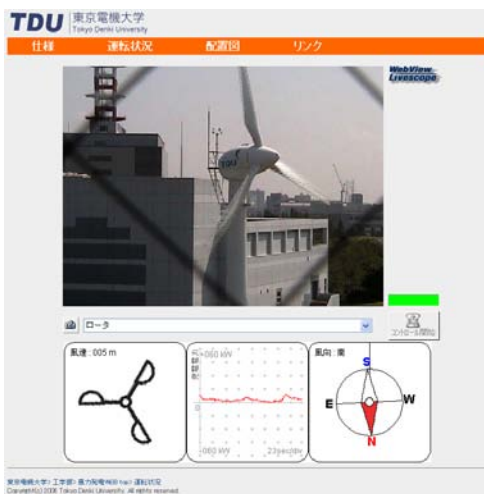


図 4 web ページの例

(<http://www.mlab.im.dendai.ac.jp/~assist/windpower/>)

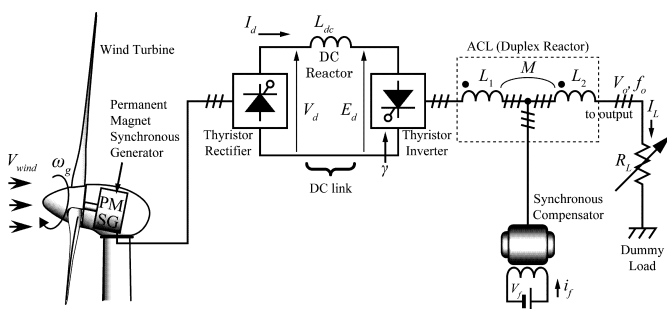


図 5 TDU 方式風力発電システム

ページとして運転状況をインターネットで公開しています。web ページの例を図 4 に示します。計測サーバには、本施設運転開始時からの計測データが全て蓄積されており、蓄積されたデータの一部は風力発電機メーカーに提供され、制御パラメータの改善にも利用されました。また技術的には本システムを使って遠隔地からの運転操作も可能で

すが、現状では安全上の理由からライトアップの制御など、補助的な部分の操作に留めています。

3. 風力関連の主な研究テーマ

ドライブシステム研究室では、電源や回転機などの種々のテーマの研究を実施しています²⁾。この中で筆者が関係している風力発電関連のテーマの概要を以下に紹介します。

3.1 TDU方式風力発電システムの研究^{5,6)}

図 5 に 2.2 で説明した TDU 方式風力発電システムの構成を示します。風力発電機 (PMSG) で発電した電力は、サイリスタ整流器 (Thyristor Rectifier) で一旦直流電力に変換した後、電流形サイリスタインバータ (Thyristor Inverter) で一定電圧、一定周波数の交流電力に変換されます。同期調相機 (Synchronous Compensator、空転している同期電動機のようなものです) は、サイリスタの転流動作に必要な無効電力を供給しています。また同期調相機のパラメータに合わせて設計した波形改善リアクトル (Duplex Reactor) を設けることで、出力電圧の歪を原理的に完全に除去することができます。商用電力系統と連系する場合は、サイリスタの転流用無効電力を系統から得ることもできるので、同期調相機を省略することも可能ですが、同期調相機と波形改善リアクトルの組み合わせは一種のフィルタの働きをしており、これにより非常に高品質の電力が得られます。

一般的な風力発電装置で用いられているスイッチング素子の IGBT は 1982 年に発表された比較的新しい素子で、高速動作や制御性に優れています。このため、高速動作が必要な PWM インバータを構成するのに適しています。一方 TDU 方式で用いているサイリスタは 1957 年に発表された歴史のある素子で、高速性や制御性は IGBT と比べて劣りますが、過負荷耐性に優れ、大容量化にも適しています。TDU 方式では、原理上高速動作は必要としないので、サイリスタを用いることが可能です。また PWM 方式では、高速で電流を断続させ

るため、出力にローパスフィルタが必須ですが、TDU 方式は同期調相機と波形改善リアクトルの作用で、原理的に電圧波形の歪を完全に除去できるため、特段のフィルタ無しに高品質の電気出力が得られます。

表 2 に従来方式の風力発電システムと TDU 方式の比較を示します。要約すると、TDU 方式は構成が簡潔であり、高信頼性で大容量化が容易、高品質の電力が得られる等の特徴があります。一方で、同期調相機という回転機が必要である点が弱点と言えなくもありません。ただし 3.2 で説明するハイブリッド方式では、この同期調相機を有効に利用し、風力発電機の出力と、他のエネルギー源からの出力を効率的に合成することが可能です。

表 2 電力変換システムの比較

	従来方式	TDU 方式
インバータ	電圧形 (PWM 制御)	電流形
スイッチング素子	トランジスタ (IGBT)	サイリスタ
信頼性	○	◎
大容量化	○	◎
構成の簡単さ	○	◎
保守期間	約 7 年 (キャパシタ)	半永久的
出力フィルタ	要	不要
回転機 (調相機)	不要	要
ハイブリッド化	△	◎

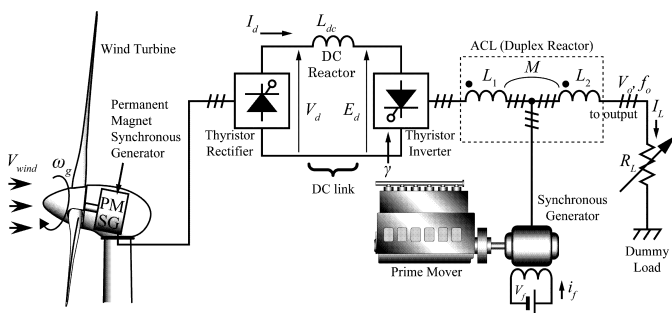


図 6 ハイブリッド風力発電システム

3.2 ハイブリッド風力発電システムの研究⁷⁾

上述のように、TDU 方式風力発電システムは、同期調相機を必要とする点で若干の不利が生じますが、これを何らかのエネルギー源で駆動すれば、風力との効率的なハイブリッド化が容易に実現できます。図 6 にハイブリッド方式風力発電システムの構成を示します。図では動力源として内燃機関をイメージしていますが、バイオ燃料等幅広いエネルギー源を選択することが可能です。

自然風で駆動される風力発電の問題のひとつに、出力の大きな変動があります。このような電力を電力系統に流すと、系統の調整能力の負担となり、場合によっては周波数や電圧が変動する恐れがあります。このため現状では電力系統に接続できる風力発電の容量には制約があります。しかし本研究のハイブリッドシステムは、自前の電力調整能力を有しており、電力系統との連系上の制約から解放されるものと期待されます。さらに系統から切り離された単独電源としても利用が可能です。

3.3 複数台風力発電機の連系方式の研究⁸⁻¹⁰⁾

風力発電機の単機容量は年々増大し、現在では数 MW 級が主流となっていますが、今後さらなる風力タービンの大型化は、輸送や組み立て、機械的な強度の制約などから簡単には実現できません。したがって、風力から大規模な電力を得るためには、多数の風力発電機を連系したウィンドファームを構成する必要があります。

一般的なウィンドファームは、風力発電機毎に電力変換装置を設け、これらの出力を並列接続します。したがって風力発電機の台数が n 倍になれば、単純に装置のコストも n 倍になります。そこで図 7 のように各整流器の直流出力を直列接続し、これを 1 台の電流形インバータで交流電力に変換することで簡潔な構成のウィンドファームが実現できます。

このような構成は、電圧形インバータを用いている一般的な風力発電システムでは実現が困難ですが、TDU 方式は電流形インバータを用いている

ために容易に実現できます。さらにこの方式では多数の風力発電機に対して DC リンク部分が 1 本で済むので、これを延長して直流送電線路とすることで、風力タービンと発電機だけを遠隔地に設置することが可能になります。直流送電は、長距離送電に有利なため、本州と四国や北海道間などの長距離送電で多くの実績があります。

しかし、図 7 のような構成の場合、各風力発電機に流れる電流が共通になるので、そのままではそれぞれの風力タービンを最適な条件で運転することができません。そこで、サイリスタ整流器の位相制御や、発電機の界磁調整などによる最適運転条件のための制御方法についての研究を進めています。

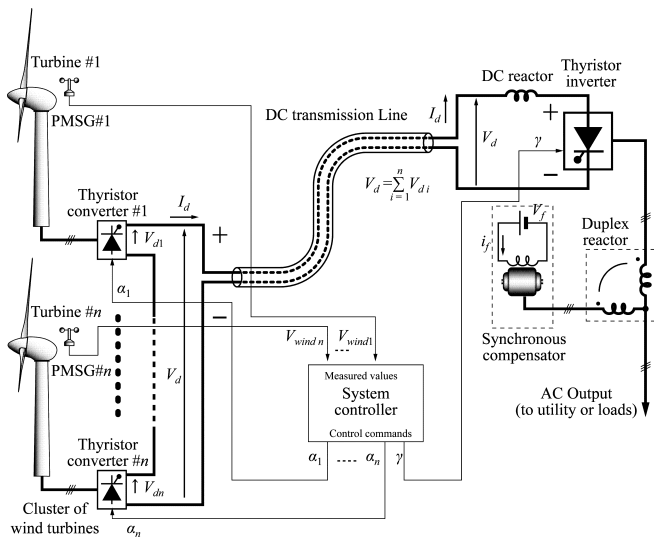


図 7 複数台風力発電連系システム

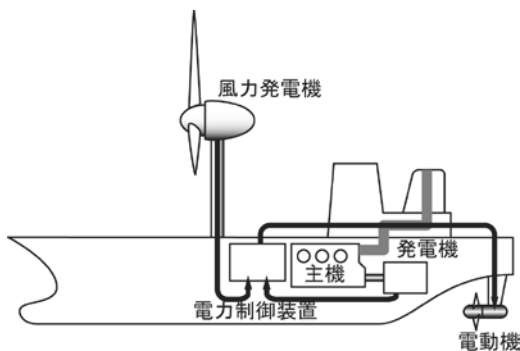


図 8 風力を利用した電気推進船



図 9 湖上での実験風景

3.4 風力による船舶用推進補助の研究^{11, 12)}

エネルギーや環境問題は、船舶においても無縁ではありません。船舶にもさまざまな省エネルギー対策が必要になっています。そのひとつに電気推進船があります。

通常船舶はエンジンの出力で直接スクループロペラを駆動し推進力を得ます。これに対し電気推進船は、エンジンで発電機を回して発電した電力で電動機を回し推進力を得ます。このため、機械—電気—機械のエネルギー変換の過程で損失が発生し省エネルギーの点では不利になります。しかし電気推進船は動力システムの配置の自由度が通常船舶に比べて格段に向上し、また制御性に優れるため、最適な船舶形状の選択や効率的な運転による省エネルギー効果が期待できます。

本研究は、この発電機と風力発電機の出力を合成することで、さらに燃料の消費量を軽減しようとするもので、図 8 に構成例を示します。例えば向かい風で航行する場合、一見風力発電で得られる電力より、風車の抵抗による損失が大きくなるような気がします。解析結果から、条件を整えれば向かい風でも推進力が助勢可能なことが判っています。この研究テーマでは理論計算だけでなく、図 9 のように小型のボートに電動推進器と風力発電機、制御装置、GPS 装置等を搭載した実験も行っています。実験では風圧や波による船体の動揺などの影響で、なかなか理論どおりの成果が得られませんが、地道に研究を続けています。

4. おわりに

東京電機大学風力発電施設の概要と、ドライブシステム研究室で現在実施している風力関連テーマの一部を紹介しました。実用化が直ちに期待できそうなテーマから、夢はあるが比較的長い目で見守る必要のあるテーマまで、学生達は一生懸命研究をしています。風力発電関係の研究は実験が気象条件に左右されるので、期待通りのデータを得ることは容易ではありません。例えば 3 日間の泊りがけの実験でようやく 5 分程度のデータが得られるなど、大変な苦勞を伴いますが、学生達は熱心に研究に取り組んでいます。

最後に、このような駄文に最後までお付き合い頂いたこと、また研究内容を紹介する機会を頂戴したことに對して関係各位に感謝申し上げます。

竜田藤男



略歴

1959 年 10 月 7 日生まれ。1982 年 3 月 東京電機大学工学部電気工学科卒業。1982 年 4 月 東京電機大学工学部電気工学科助手。1990 年 4 月同大学工学部講師。2002 年 4 月情報メディア学科に移籍、現在にいたる。

専門 非線形磁気工学、電力工学
電気学会、日本磁気学会会員

参考文献

- 1) <http://www.subaru-windturbine.jp/SubaruWtsTop.htm>
- 2) <http://www.e.dendai.ac.jp/~west/>
- 3) F. Tatsuta and S. Nishikata: "Construction and Operation of a Practical Scale Wind Turbine Generator System using a Shaft Generator System", Proc. of 9th Int. Conf. on Electrical Machines and Systems (ICEMS 2006), Nagasaki, Japan (2006-11)
- 4) 竜田 藤男, 西方正司: 「軸発電システムを用いた実用規模風力発電システム」、平成 19 年電気学会、7-028、(2007-3)
- 5) F. Tatsuta, S. Nishikata: "Performance Characteristics of a Practical Scale Wind Turbine Generating System using a Shaft Generator System", Proc. 12th European Conf. on Power Electronics and Applications, Aalborg, Denmark, (2007-9)
- 6) F. Tatsuta, S. Nishikata: "Dynamic Performance Analysis of a Wind Turbine Generating System using a Current-Source Thyristor Inverter", Proc. of 11th Int. Conf. on Electrical Machines and Systems (ICEMS 2008), Wuhan, China (2008-10)
- 7) Y. Fujii, C. Hasegawa, F. Tatsuta, and S. Nishikata, "Dynamic Performance Analysis of A Hybrid Wind Turbine Generator System," Proc. of 11th Int. Conf. on Electrical Machines and Systems (ICEMS 2008), Wuhan, China (2008-10)
- 8) Shoji Nishikata and Fujio Tatsuta, "A new interconnecting method for wind turbine/generators in a wind farm and basic characteristics of the integrated system," Proc. 13th Int. Power Electronics and Motion Control Conf., Poznań, Poland, Sept., 2008.
- 9) F. Tatsuta, S. Nishikata, "Dynamic performance analysis of a wind turbine generating system with series connected wind generators using a current source thyristor inverter," Proc. 13th European Conf. on Power Electronics and Applications, Barcelona, Spain, Sept., 2009.
- 10) F. Tatsuta, and S. Nishikata, "A Proposal of Improving the Reliability of a Wind Farm Using Thyristor Inverter Connected in Series with Rectified Outputs of the Generators," Proc. of 12th Int. Conf. on Electrical Machines and Systems (ICEMS 2009), Tokyo, Japan, Nov., 2009
- 11) 矢野目一樹、竜田藤男、西方正司: 「自然風を利用した船舶推進補助システムの提案」、平成 18 年電気学会全国大会、7-504(2006-3)
- 12) 中村優太郎、西方正司、竜田藤男: 「船舶搭載時における風力発電システムの最適出力に関する検討」、2009 年電気設備学会全国大会(2009-8)

生体センサを用いたサービス推薦のための状態判定方式

B-7 Presumption Method of Conditions using Biosensors for Service Recommendation.

浅沼 伸洋 関田 格 新津 善弘
 Nobuhiro Asanuma Itaru Sekita Yoshihiro Niitsu

芝浦工業大学 システム工学部
 Faculty of Systems Engineering, Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

近年、携帯端末の発展やセンサデバイスの性能向上・小型化が進み、携帯端末へセンサの搭載が容易になってきている[1]. ユーザの状況(コンテキスト)の判定や、それに応じたサービスの研究が盛んに行われている[2]. 本研究ではサービス推薦のためにユーザの状態を判定する方式を提案する.

2. 現状とその問題点

先行研究では携帯等への搭載が比較的容易な加速度センサが多く用いられ、取得した3軸加速度の解析を行い判定している[3]. しかし、加速度センサのみでは動きの少ない場合の状態判定が困難である.

3. 研究概要

3.1 前提

本研究では先行研究で用いられている3軸加速度情報を動作情報とし、新たに体温・心電図を生体情報として加える. 両者をまとめたものをユーザ情報とする.

3.2 研究目的

ユーザ情報を用いることで、判定できるコンテキスト数の増加と判定精度の向上を図る. これにより、着席時など動きの少ない状態での判定や、加速度のみでは判別しにくい動作の判定が可能になると想定される.

3.3 システム構成

本研究では胸部に装着した生体センサからユーザ情報を取得し、その情報は携帯端末を通じてサーバに送信される. サーバはユーザの情報を保存するデータベース(以下DB)とユーザの状態判定を行う判定機構を内部に持つ.

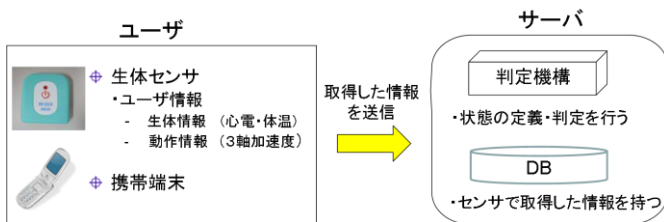


図1: システム構成図

3.4 提案方式

まず始めに動作情報の解析を行い、各軸における加速度の平均や分散、FFTの計算結果などを求め、その結果から判定結果の候補を絞り込む. その後、生体情報を加味して状態判定を行う. この考慮する生体情報の違いにより、状態判定を行うための方式を2つ提案する.

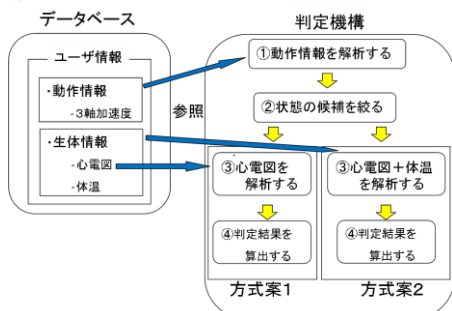


図2: システム手順

方式案1: 心電補完方式 (加速度+心電図)

心電図の解析を行い、心拍数の変化などから動作がユーザに与えた影響の程度を考慮し、状態判定を行う.

方式案2: 生体補完方式 (加速度+心電図+体温)

方式案1に加えて、動作がユーザに与えた影響を体温変化からも考慮して判定を行う.

3.5 判定項目

ユーザの日常における基本的な動作や状態の中でサービス推薦の利用を想定しているもの. 本研究では、「立つ」・「座る」・「歩く」・「階段を昇る」・「階段を降りる」・「走る」の6動作と着席時における「リラックス」・「作業中」・「ストレス」の3状態を想定している.

4 評価・考察

4.1 評価方法

動作情報のみでも十分な精度が得られる動作については省き、動作情報のみでは判別が困難な「歩く」・「階段を昇る」・「階段を降りる」の3動作についてユーザ情報を取得する. これらについて生体情報をどのように利用すれば判定精度が向上するのか考察を行い、判定に使用するデータ量も比較・検証する.

4.2 実験結果

取得した心電図の情報から動作直後の心拍数を調べ、以下の結果が得られた.

	安静時	歩く	階段を昇る	階段を降りる
心拍数	65~75	90~95	110~130	105~115

表1: 動作直後の心拍数

また、体温の変化はほとんど検出されなかった.

4.3 考察

実験を行った3動作について、動作ごとに異なる心拍数とその変化の仕方を捉えることができた. これより、心拍数の判定への利用は有効であると言える.

5. むすび

本研究では、生体センサを用いてユーザの状態判定を精度向上、多様化する方式を提案した. 今後は、リアルタイムでの状態判定、サービス推薦を考慮した判定項目の検討、それらの判定精度の向上を行う.

参考文献

- [1] 佐藤誠, 森田千絵, 土井美和子, “生体データと加速度データを用いた行動認識”, 情報処理学会第65回
- [2] 興梠正克, 蔵田武志, “慣性センサ群とウェアラブルカメラを用いた歩行動作解析に基づくパーソナルポジショニング手法” 電子情報通信学会技術研究報告, 2004
- [3] 倉沢 央, 川原 圭博, 森川 博之, 青山 友紀, “装着場所を考慮した3軸加速度センサを用いた姿勢推定手法”, B-15-8, 2006

スプリアスのない分数分周方式全デジタル PLL A Fractional-N All-Digital PLL without spurious

A-1

稲垣 雄志 松谷 康之
Yuji INAGAKI Yasuyuki MATSUYA

青山学院大学 理工学部
College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

1. はじめに 本研究では、固定小数点カウンタによる分数分周器とT/D変換器を用いることにより、フラクショナルスプリアスを抑制し、かつロック高速化を目指した、分数分周方式全デジタルPLL(ADPLL)を提案する。

2. 回路構成と動作原理 図1に提案するADPLLのブロック図を示す。回路はT/D位相比較器(TDPD)、D/A変換器(DAC)、電圧制御発振器(VCO)、固定小数点カウンタによる分数分周器(FNDC)で構成されている。FNDC(図2)はVCOクロックをカウントするカウンタとレジスタを持つ。FNDC出力の整数部はカウンタの値で、小数部はレジスタの値としている。FNDC出力が分周数N(分数)以上になると、カウンタ(整数部)は0にリセットされ、レジスタ(小数部)は、FNDC出力からNを引いた値に更新される。これにより、カウンタリセットごとに小数值は積算され、積算値がNの小数部(N_f)を超えるとFNDC出力の整数部にキャリーとして反映される。図3にFNDC出力と基準クロックの関係を示す。FNDC出力がNとなる時がN分周時刻となる。しかし、小数点以下の値はVCOクロックの立ち上りと立ち上りの間の時刻を示すため、正確な位相差を検出できない。よって図4に示すT/D変換器を用い、VCOクロックの1周期(T_{VCO})と基準クロックとの位相差(t_b)をインバータ遅延時間を基準としてデジタル化($T_{VCO} \rightarrow q_a$, $t_b \rightarrow q_b$)する。その後、 $N_f \times q_a$ と q_b が同一になるようにVCOの発振周波数を制御することにより、N分周したVCOクロックと基準クロックとをインバータ遅延時間以下で同期させることができる。

従来のPLLでは引き込み時間と位相雑音とはトレードオフの関係にあるが本回路では個別に設計可能であり、高速な引き込み特性と低雑音特性を同時に実現可能である。また、VCOクロックを正確に分数分周しているためフラクショナルスプリアスを発生しない利点を有している。

3. シミュレーション結果 MATLAB/Simulink上で提案するADPLLのビヘイビアモデルを作成し、動作のシミュレーションを行った。図5, 6に、基準周波数 f_{ref} を1[kHz]とし、分周数Nを12.3から11.1に変更したときの、周波数引き込み特性と出力のスペクトラムを示す。なお、T/D変換器の分解能(DFE数)mは128としている。図5, 6より、出力にスプリアスは無く、分周数変更後、基準クロック8周期で引き込みが実現できていることが確認できる。ただし、出力に1.3[Hz](0.01%)の周波数誤差がある。これは、T/D変換器の最低分解能と分周数を2進コードにする際の丸め誤差により生ずる。

4. まとめ 固定小数点カウンタによる分数分周器を用いたADPLLを提案し、シミュレーション結果よりフラクシオナ

ルスプリアスが無く、高速にロックできることを確認した。

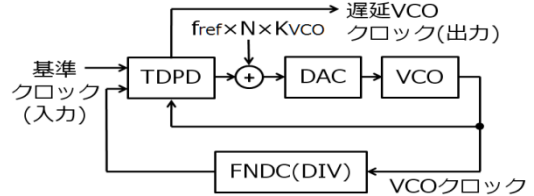


図1 ADPLLブロック図

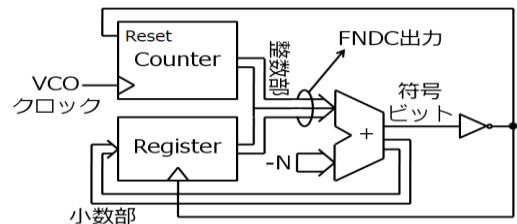


図2 FNDC回路図

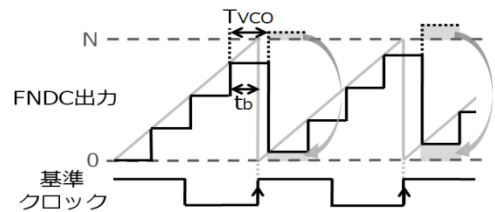


図3 FNDC出力と基準クロック

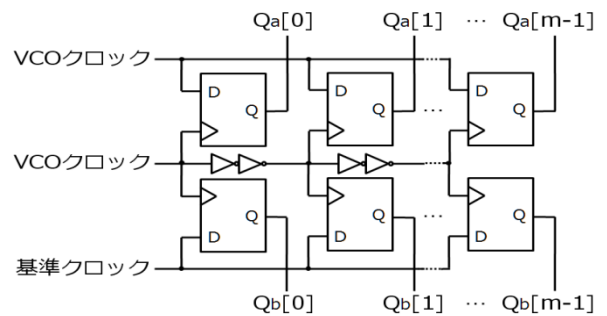


図4 T/D変換器回路図

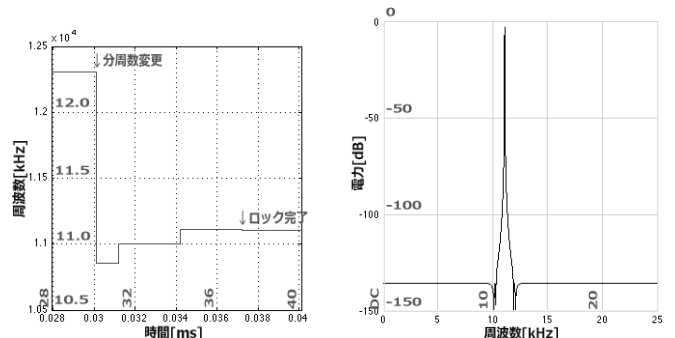


図5 周波数引き込み特性

図6 出力のスペクトラム

マルチキャスト伝送における複数アンテナを用いたレート一定型 ARQ の一検討

B-5 Investigations on Constant-Rate ARQ Using Multiple Transmitter Antennas for Multicast Channel

岩崎 全男
Masao Iwasaki

樋口 健一
Kenichi Higuchi

東京理科大学 理工学部 電気電子情報工学科
Department of Electrical Engineering, Tokyo University of Science

1. まえがき

マルチキャスト/ブロードキャスト伝送は IP 放送のような将来有望なトラフィックを高効率にサポートするために重要な無線伝送法である[1-3]。本稿では、マルチキャスト伝送の高品質化を目的として、基地局における複数送信アンテナを前提とした自動再送(ARQ: automatic repeat request) [4]の適用について検討する。

2. マルチキャスト伝送における複数送信アンテナを用いた ARQ 法

マルチキャスト伝送では、複数ユーザが同一の送信データを同時受信するため、ARQ を行う場合、全ユーザの ACK/NAK (acknowledgement/negative-acknowledgement) フィードバックに基づいて制御されることになる。本稿では、全受信ユーザのうち少なくとも 1 ユーザが受信誤りにより NAK を返信したとき、基地局は再送を行うものとした。

また、一般にマルチキャスト伝送は固定の帯域幅を用いて固定の伝送レートで通信を行う。従って ARQ を行う場合は、固定の伝送レートを実現するために、初回送信パケットにもともと与えられていた帯域の一部を使って再送パケットを送信する必要がある。

そこで、本稿では図 1 に示す基地局における複数送信アンテナを用いた伝送レート一定の ARQ 法について検討する。簡単のため、送信アンテナ数を 2、最大再送回数を 1 とした。全てのユーザが前回のパケットを正しく受信できた場合、基地局は次の初回パケットを送信ダイバーシチモードで伝送する。本稿では、Alamouti の時空間符号化[5]を用いた。一方、少なくともある 1 ユーザが初回パケットを誤って受信した場合、再送が行われる。このとき、伝送レートを一定に保つため、基地局は次の初回パケットと再送パケットを空間多重する。このため、再送時に同時送信される次の初回パケットの受信品質は再送がない場合に比較して劣化することになるが、先に誤って受信されたパケットを再送により正しく受信する機会が与えられる。再送時の初回パケットと再送パケットの誤り特性を制御するために、両パケットの送信電力の割り当て比 p_R = (再送パケット送信電力)/(初回パケット送信電力)がパラメータとなる。本稿では、初回送信パケットと再送パケットは Chase 合成[3]により最大比合成に基づいてパケット合成されるものとした。

3. シミュレーション評価

表 1 にシミュレーション諸元を示す。データ変調に QPSK を用いた。初期検討として、誤り訂正符号化は行わなかった。1000 情報ビットで 1 パケットを構成した。基地局の送信アンテナ数とユーザ端末の受信アンテナ数を共に 2 とした。フラットレイリーフェージングを仮定し、パケット内のフェージングは一定で再送を含む送信パケット間のフェージング変動は独立な準静的環境を仮定した。送信アンテナ間、全ユーザの受信アンテナ間のフェージング相関は 0 とした。

図 2 に 1 ユーザ受信時の受信アンテナ当たりの信号電力対雑音電力比 (SNR: signal-to-noise ratio) に対する平均ビット誤り率 (BER: bit error rate) を示す。提案 ARQ を用いる場合と、再送を行わず常に送信ダイバーシチモードで送信する場合を示す。提案法を用いる場合は p_R をパラメータとした。提案 ARQ を用いると、再送を行わない場合に比較して、低 SNR 環境では主に空間多重時の初回パケットの受信品質の劣化に起因して BER が劣化している。しかし、SNR が大きい環境では、空間多重時の初回パケットの受信品質の劣化の影響が軽減され、再送の効果によって再送無しの場合より BER が改善している。初回パケットの再送時の品質劣化と再送の利得のトレードオフを実現する p_R 値はおおよそ 0.8 程度であった。

図 3 に 10 ユーザ時の平均 SNR に対する平均 BER 特性を示す。全ユーザの平均 SNR は同一と仮定した。ユーザ数が増大すると、あるユーザにとって初回パケットが正しく受信された場合も他ユーザの要求により再送が発生する場合があり、このとき再送パケットに多重されて送信される次の初回パケットの受信品質が劣化するため、提案 ARQ 法の適用効果は 1 ユーザ時に比較して低減している。しかし、比較的低い BER を実現する必要がある場合は、提案法は再送無しの場合に比較して所要 SNR を低減できることが分かる。

4. まとめ

伝送レートが一定のマルチキャスト伝送において、基地局における複数送信アンテナを利用した ARQ が、特に所要誤り率が低い場合に有効であることを示した。誤り訂正符号化を用いた場合の評価は今後の検討課題である。

参考文献

[1] 3GPP2 C.S-0054-A, Mar. 2006. [2] 3GPP TR25.992, Sep. 2003. [3] 3GPP TS36.300, May 2008. [4] D. Chase, IEEE Trans. Commun., vol. 33, no. 5, pp. 385-393, May 1985. [5] S.M. Alamouti, IEEE J. Sel. Areas Commun., vol. 16, no. 8, pp. 1451-1458, Oct. 1998.

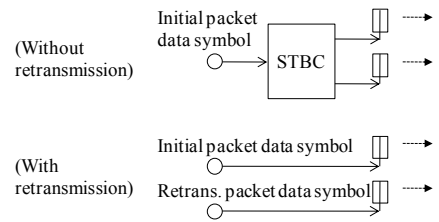


図1. マルチキャスト伝送における複数送信アンテナを用いたARQ法

表 1. シミュレーション諸元

Number of antennas	2-by-2
Data modulation	QPSK
Packet length	1000 bits
Maximum number of retransmissions	1
Number of users	1, 10
Channel model	Block Rayleigh fading
Channel estimation	Ideal

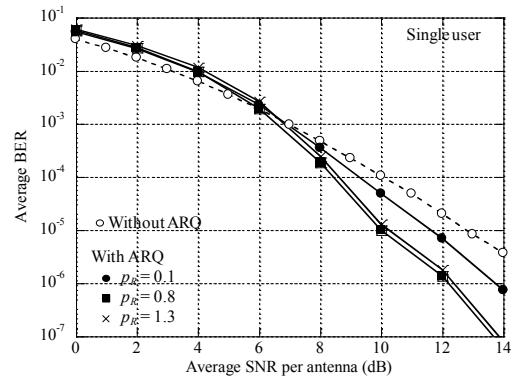


図 2. 1 ユーザ時の平均 SNR 対平均 BER

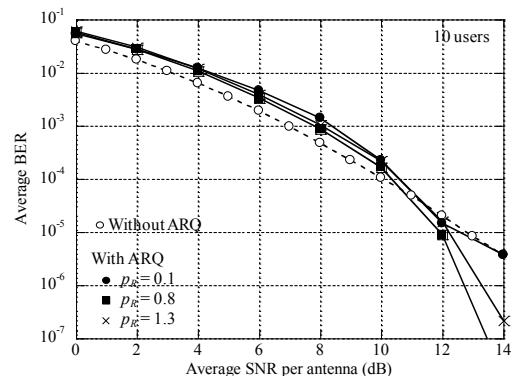


図 3. 10 ユーザ時の平均 SNR 対平均 BER

MIMO メッシュネットワークにおけるチャンネル推定誤差の影響

Chanel Estimation of MIMO Mesh Networks

内田正之¹ 小野文枝¹ 阪口啓²
 Masayuki Uchida Fumie Ono Kei Sakaguchi

1 横浜国立大学 工学部 電子情報工学科
 Devision of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Engineering, Yokohama National University
 2 東京工業大学 大学院理工学研究科
 Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology

1 はじめに

複数アンテナを用いて双方向伝送を行う MIMO (Multi-Input Multi-Output) メッシュネットワークが検討されている [1]。MIMO メッシュネットワークでは、隣接リンク間に生じる電波干渉をアンテナの送受信ウェイトによって回避している。アンテナの送受信ウェイトは、隣接リンクのチャンネルに応じて決定されるため、チャンネル情報が不可欠である。しかしながら、これまでに MIMO メッシュネットワークにおけるチャンネル推定誤差の影響は明らかにされていない。そこで本稿では、MIMO メッシュネットワークにおけるチャンネル推定法を検討し、その影響を明らかにする。

2 MIMO メッシュネットワークのチャンネル推定

図 1 に MIMO メッシュネットワークのモデル図を示す。各ノードは M 本のアンテナを持ち、双方向リンクの信号が空間多重され、同時に隣接ノードからの干渉信号がキャンセルされる。MIMO メッシュネットワークでは、干渉回避のための送受信ウェイトの設計法として線形及び非線形アルゴリズムがある。各アンテナの送受信ウェイトは隣接リンクのチャンネル行列 \mathbf{H} によって決定されるため、各ノードは直交したトレーニング信号を送信し、隣接リンクのチャンネル行列 \mathbf{H} を学習する。

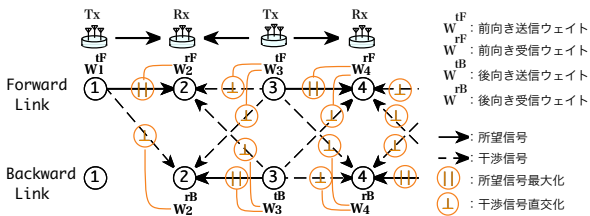


図 1 ネットワークモデル (線形アルゴリズムの場合)

トレーニング信号は、送受信ウェイト W^{tF} , W^{tB} , W^{rF} , W^{rB} を介して送信されるため、推定されたチャンネル情報はチャンネル行列 \mathbf{H} に送受信ウェイトの乗算された等価な送受信チャンネル行列となり、送受信ウェイトはこの等価な送受信チャンネル行列により決定される。送受信ウェイトは、送信/受信、前向き/後向きの組み合わせにより 4 種類のウェイトが決定されるため、それらを介して得られる送受信チャンネル行列も 4 種類を学習する必要がある。

3 チャンネル推定誤差

MIMO メッシュネットワークにおけるチャンネル推定に関して、シミュレーションによる評価を行った。伝搬路はレイリーフェージングでチャンネルは静的であり、時間的な変化はないものと仮定し、かつチャンネルの相反性は成り立っているものとする。変調方式は BPSK で、トレーニング信号は直交 M 系列を用いており、前向きリンクと後向きリンクへ送信するトレーニング信号は直交している。各ノードのアンテナ数 M は 3 であり、線形アルゴリズムにはブロック Zero-Forcing を用い、第 1 ノードの初期ウェイト \tilde{W}^{tF} が $[1 \ 0 \ 0]^T$ の場合である。なお、性能評価の基準としてはビット誤り特性を用いる。

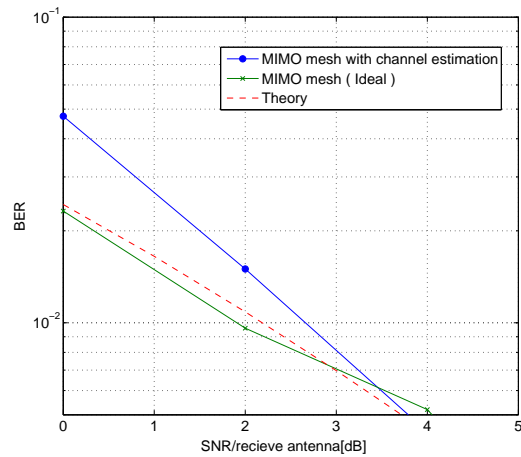


図 2 チャンネル推定誤差の影響

4 おわりに

MIMO メッシュネットワークのチャンネル推定法について検討し、ビット誤り特性より推定誤差の影響を明らかにした。その結果、誤り率は低 S/N 比では約 1 dB 程度劣化することを明らかにした。

参考文献

[1] 小野, 阪口: "双方向リンク多重化 MIMO メッシュネットワーク", Technical report of IEICE, RCS2007-100(2007-11)

異なる p 型ドーパントを有する InP/InGaAs HBT の特性の比較・評価

C-10

Comparison of InP/InGaAs HBT with the different p type dopants

大下内 和樹 小泉 淳 内田 和男 野崎 眞次
 Kazuki Oshitani Atsushi Koizumi Kazuo Uchida Shinji Nozaki
 電気通信大学 電子工学専攻

The University of Electro-Communications, Department of Electronic Engineering

1. はじめに

GaAs 系のヘテロ接合バイポーラトランジスタ (HBT) より高周波かつ高利得動作が可能な HBT として InP/InGaAs HBT が注目されている。これまで InGaAs ベース層への p 型ドーパントとして、Zn や Be が用いられてきた。しかしこれらのドーパントは拡散係数が高いため、トランジスタの動作中にドーパントが拡散する問題が生じる。一方、カーボン (C) は拡散係数の低いため p-InGaAs として非常に魅力的である。しかし MOCVD 法で成長では、成長温度を低くすることによる結晶性の低下や、InGaAs では C が両性的性質をもつことから n 型伝導を示しやすいといった問題がある。そこで、本研究では Zn と C の異なる p 型ドーパントを有した InP/InGaAs HBT を作製して、ドーパントの違いによる特性の比較や信頼性の評価を行った。

2. 実験方法

図 1 の構造の Zn:HBT と C:HBT をそれぞれ作製した。エピタキシャル構造の違いは InGaAs ベース層の p 型ドーパントのみである。すべてウェットエッチングによって面だしを行い、金属電極は電子ビーム蒸着によって、Ti/Pt/Au を蒸着した。InGaAs ベース層への高濃度 C ドープ試料では、低温成長のため結晶性が悪く、InGaAs ベース層までエッチングした後に窒素雰囲気中において 480°C/20min アニール処理を行った。信頼性の評価・比較のためにバイアスストレス試験を $V_{CE}=2.0V$ 、 $I_C=100kA/cm^2$ の条件下で行った。

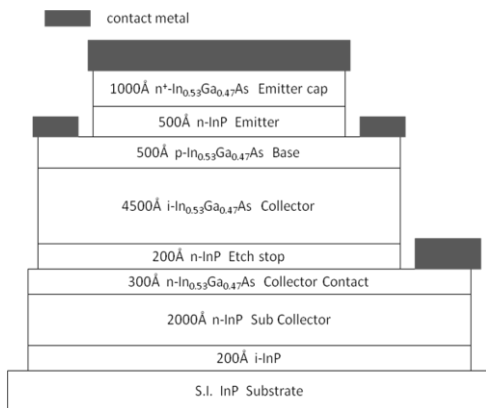


図1 HBTのエピタキシャル構造

3. 実験結果及び考察

3.1 ドーパントによる HBT 特性の比較

HBT 特性より Zn と C では、電流利得 β は Zn:HBT で 75、C:HBT で 58 であった。この理由として高濃度の C:InGaAs 層を得るために必要な成長温度を低くし、また V/III 比を下げたため、InGaAs の結晶性や表面構造が劣化したことが考えられる。また C:HBT は Zn:HBT よりもオフセット電圧が 0.3V 程度低かった。これは拡散係数が低い C では E-B 界面がより急峻になっていると示している。

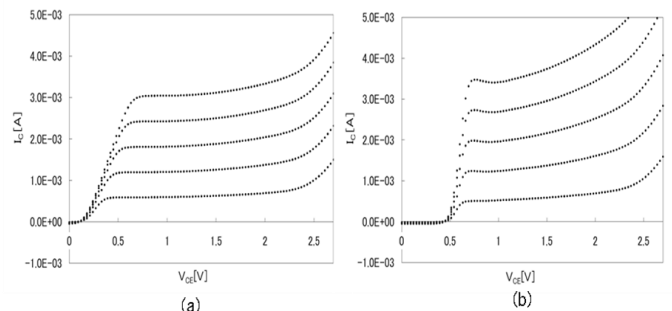


図2 I_C - V_{CE} 特性 (a) C:HBT (b) Zn:HBT

3.2 信頼性の評価

バイアスストレス試験の結果として横軸にストレス印加時間、縦軸に電流利得の変化率で表し図 3 に示す。C:HBT は、ストレス前後で電流利得の変化が -3% なのに対し、Zn:HBT では 15min のストレス後に -40% の電流利得の減少がみられる。その理由として Zn は拡散定数が高いため、電気的ストレス印加での Zn の拡散し、ヘテロ界面での pn 接合の急峻性が失われ、またベース層が広がったためと考えられる。

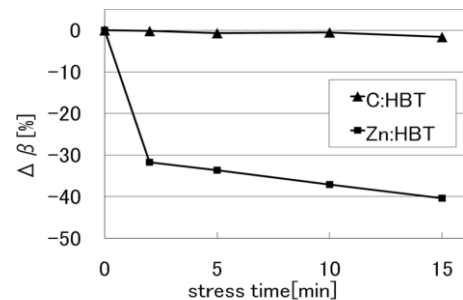


図3 ストレス時間に対する β の変動

4. 今後の課題

C:HBT ではオフセット電圧が低く、高い信頼性が得られたが、Zn:HBT に比べて電流利得 β が小さいので、C:p-InGaAs 層の更なる結晶性の向上が必要である。

3D-CAD を用いた電磁界解析モデルの作成

C-1

Electromagnetic simulation models designed by 3D-CAD
 岡田 辰一郎 相沢 裕一 大貫 進一郎
 Tatsuichiro OKADA Yuichi AIZAWA Shinichiro OHNUKI
 日本大学理工学部電気工学科
 College of Science and Technology, Nihon University

1. はじめに

近年, 電磁界解析において詳細な三次元シミュレーションを行う必要性が増している. 本文では 3D-CAD ソフトを用いて作成したモデルに, 平面電磁波が入射した場合の散乱問題をモーメント法により解析する. これより, 3D-CAD ソフトを用いて作成した電磁界解析モデルの有用性を検討する.

2. 解析法

本文における散乱体は完全導体により構成される. 電流密度 \mathbf{J} は RWG 基底関数[1]を用いて次式により近似する.

$$\mathbf{J} \cong \sum_{n=1}^N I_n \mathbf{f}_n(\mathbf{r}) \quad (1)$$

ここで, I_n は未知展開係数, $\mathbf{f}_n(\mathbf{r})$ は基底関数である. 未知展開係数 I_n は, インピーダンス行列 Z_{mn} , 入射ベクトル V_m より次式から求める.

$$I_n = Z_{mn}^{-1} V_m \quad (2)$$

以下では, 展開係数 I_n を用いて RCS と表面電流について検討を行う.

3. 数値結果

図 1 は, 解析モデルの Mesh 分割数 N を変化した場合の Monostatic RCS を示したものである. 解析は厳密解の求まっている導体球に対して行った. ここで, 解析モデルの作成には, 商用の 3D-CAD ソフトである Pro/ENGINEER を用いた. 形状の表面に三角形の Mesh を作成し, RWG 基底関数を適用するために必要なデータを抽出することにより解析モデルを作成した. 図より Mesh 分割数 N を増加すると RCS は収束しており, $N > 1850$ とすれば, 真値との相対誤差は 10^{-3} 以下となる.

次に, 完全導体で構成される簡易車体モデルに $-z$ 方向から平面波が入射した場合の表面電流を図 2 に示す. 入射方向に対して垂直な面となる屋根やフロント部分, また屋根を支えるピラー部分などに電流が強く分布していることが分かる.

図 3 は, 簡易車体モデルの $y=0$ の xz 平面における Bistatic RCS を示したものである. モデルの屋根の方向にあたる $\theta=90^\circ$ 付近で強い値を示していること, フロント側とリア側で散乱パターンに違いのあること, を確認できる.

4. まとめ

3D-CAD ソフトを用いて作成した解析モデルが電磁界シミュレーションに有用であることを明らかにした.

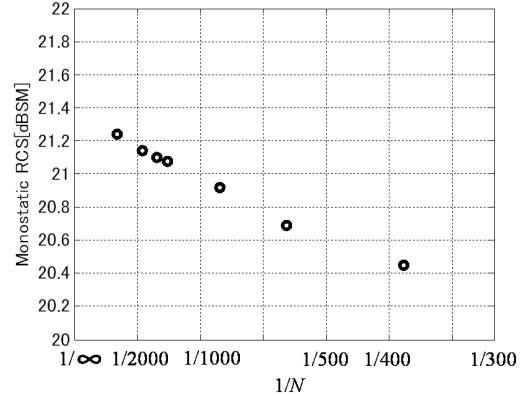


図 1 Mesh 分割数 N に対する RCS の収束

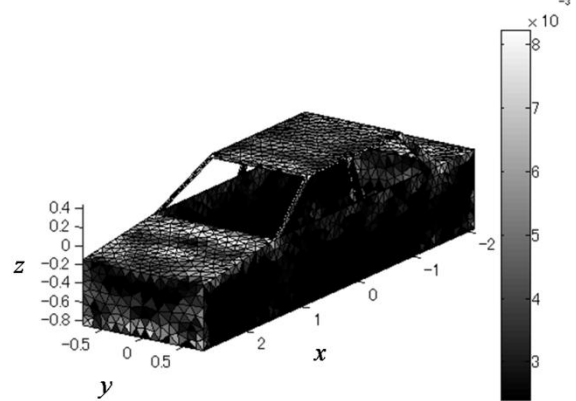


図 2 簡易車体モデルの表面電流分布

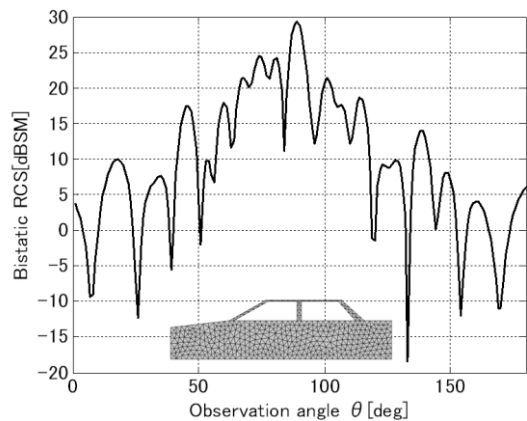


図 3 簡易車体モデルの RCS

参考文献

- [1] S. M. Rao, D. R. Wilton, and A. W. Glisson, "Electromagnetic scattering by surfaces of arbitrary shape," IEEE Trans. Antennas and Propagation, vol. 30, no. 3, pp. 409-418, 1982.
- [2] N. Makarov, Antenna and EM Modeling with MATLAB, WILEY-INTERSCIENCE, 2002.

サブバンド間に周波数特性が存在する MB-OFDM 方式の理論ビット誤り率特性

Theoretical Bit Error Rate of MB-OFDM System in the Presence of Frequency Characteristics between Sub-bands

金古 亮平 前原 文明
Ryouhei KANEKO Fumiaki MAEHARA

早稲田大学理工学術院 基幹理工学研究所
Graduate School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University

1. まえがき UWB 通信に適用される MB-OFDM 方式は、サブキャリア信号を周波数軸上に幅広く拡散することから、大きな周波数ダイバーシチ効果を得ることができる [1]。これまでに、筆者らは、拡散されたサブキャリア信号の周波数差と遅延スプレッドから決定されるサブキャリア信号の周波数相関を用いて、MB-OFDM 方式の理論ビット誤り率特性の導出を行ってきた [2]。本稿では、これまでの検討の発展として、サブバンド間に UWB 通信特有の伝搬損失の差異が存在したときの理論ビット誤り率の導出を行うとともに、導出式の妥当性を導出式により得られた特性と計算機シミュレーションにより得られた特性を比較することにより明らかにする。

2. 理論ビット誤り率の解析 図 1 と図 2 は、MB-OFDM 方式のシステム構成と時間・周波数拡散の概念をそれぞれ示したものである。MB-OFDM 方式では、送信側において、同一の情報源からなるサブキャリア信号を周波数ホッピングされた周波数や 1 シンボル内でエルミート対称配置となる周波数に配置することにより、重複送信を実現する。受信側では、周波数軸上に拡散されたサブキャリア信号を MRC 合成することにより復調する。

サブキャリア番号 n において MRC 合成された信号の振幅確率密度関数 $p_n(\gamma)$ は、ブランチ間が独立であり、振幅がレイリー分布を有するものとする、一般に次式のように表現される。

$$p_n(\gamma) = \frac{1}{\prod_{m=1}^M \Gamma_{nm}} \sum_{m=1}^M \frac{\exp(-\gamma/\Gamma_{nm})}{\prod_{k \neq m, k=1}^M (1/\Gamma_{nk} - 1/\Gamma_{nm})} \quad (1)$$

MB-OFDM 方式では、拡散されたサブキャリア信号の周波数間隔と遅延スプレッドの大きさから決定される周波数相関に起因して、ブランチ間に相関が生じることから、受信信号の相関行列 $R_{xx}(n)$ を固有値解析することにより独立なブランチに変換された平均 CNR Γ_{nm} を取得する必要がある [3]。さらに、UWB 通信では、伝搬損失の周波数特性が無視できなくなることから、各ブランチの平均 CNR Γ_{nm} を伝搬損失から得られる平均伝搬利得に応じて決定する必要がある。図 3 は、伝搬損失が MB-OFDM 信号に与える影響をモデル化したものである。同図からわかるように、同一の情報源が幅広い周波数に拡散されることから、各サブキャリア信号が異なる平均伝搬利得を受けることがわかる。

以上より、受信信号の相関行列 $R_{xx}(n)$ は、拡散率 $S_F = 4$ の場合、周波数相関及び平均伝搬利得を考慮して、次のように表現される。

$$R_{xx}(n) = \frac{\Gamma}{|H_i(\omega)|^2} \begin{bmatrix} |H_1(\omega)|^2 & \rho_{12} \sqrt{|H_1(\omega)|^2 |H_2(\omega)|^2} & \rho_{13} \sqrt{|H_1(\omega)|^2 |H_3(\omega)|^2} & \rho_{14} \sqrt{|H_1(\omega)|^2 |H_4(\omega)|^2} \\ \rho_{12} \sqrt{|H_1(\omega)|^2 |H_2(\omega)|^2} & |H_2(\omega)|^2 & \rho_{23} \sqrt{|H_2(\omega)|^2 |H_3(\omega)|^2} & \rho_{24} \sqrt{|H_2(\omega)|^2 |H_4(\omega)|^2} \\ \rho_{13} \sqrt{|H_1(\omega)|^2 |H_3(\omega)|^2} & \rho_{23} \sqrt{|H_2(\omega)|^2 |H_3(\omega)|^2} & |H_3(\omega)|^2 & \rho_{34} \sqrt{|H_3(\omega)|^2 |H_4(\omega)|^2} \\ \rho_{14} \sqrt{|H_1(\omega)|^2 |H_4(\omega)|^2} & \rho_{24} \sqrt{|H_2(\omega)|^2 |H_4(\omega)|^2} & \rho_{34} \sqrt{|H_3(\omega)|^2 |H_4(\omega)|^2} & |H_4(\omega)|^2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

ただし、 $(|H_1(n)|^2, |H_2(n)|^2)$ 及び $(|H_3(n)|^2, |H_4(n)|^2)$ は、1OFDM シンボル内でエルミート対称配置となるサブキャリアの平均伝搬利得の組であり、 Γ_0 は、1 ブランチ目の平均 CNR である。また、 ρ_{ij} は、時間・周波数拡散により配置されたサブキャリア信号間の周波数相関係数である [2]。

サブキャリア番号 n における平均ビット誤り率は、誤差補関数により与えられる各種変調方式のビット誤り率 $P_b(\gamma) = \alpha \text{erfc}(\sqrt{\beta\gamma})$ を式 (1) の $p(\gamma)$ で平均化することにより、次のように求めることができる。

$$P_b(n) = \sum_{m=1}^M \frac{\alpha \Gamma_{nm}^{M-1}}{\prod_{k \neq m, k=1}^M (\Gamma_{nm} - \Gamma_{nk})} \left(1 - \sqrt{\frac{\beta}{\beta + 1/\Gamma_{nm}}} \right) \quad (3)$$

ただし、 α および β は、変調方式固有の係数である。

最後に、MB-OFDM 方式の平均ビット誤り率 \bar{P}_b は、 $P_b(n)$ を 1OFDM シンボル内のサブキャリア全体で平均化したものとなり、次式のように表現される。

$$\bar{P}_b = \frac{1}{N'} \sum_{n=1}^{N'} \sum_{m=1}^M \frac{\alpha \Gamma_{nm}^{M-1}}{\prod_{k \neq m, k=1}^M (\Gamma_{nm} - \Gamma_{nk})} \left(1 - \sqrt{\frac{\beta}{\beta + 1/\Gamma_{nm}}} \right) \quad (4)$$

3. 特性評価 特性評価では、MB-OFDM 方式の諸元 [1] に準拠して、サブキャリア数 $N = 100(N' = 50)$ 、ガードインターバル長 $T_G = 32$ 、伝搬路モデルとして、指数減衰型レイリーフェージングを仮定する。また、変復調方式として、QPSK/同期検波 (α, β) = (0.5, 0.5) を想定する。伝搬損失の周波数特性は、一例として、実験的に得られた車内 UWB の伝搬環境に基づくモデルを想定する [4]。[4] において、伝搬損失の周波数特性 L は、送受信機間距離 $d_0 = 1[m]$ 、乗車状況が空車の場合、 $L[dB] = 38.1 + 1.33f[GHz]$ で与えられる。特性評価では、簡単のため、サブバンド内の伝搬損失の変動は考慮せず、528MHz 離れたサブバンド間の伝搬損失の影響のみを考慮している。したがって、平均伝搬利得 $|H_1|^2 = |H_2|^2$ 及び $|H_3|^2 = |H_4|^2$ である。図 4 は、 $S_F = 4$ における平均 CNR 対ビット誤り率特性を示したものである。同図において、サブキャリア信号の平均 CNR にかかわらず、導出式による理論ビット誤り率特性と計算機シミュレーションによる特性とが一致することから、導出式の妥当性が確認できる。図 5 は、遅延スプレッド τ_{rms} 対ビット誤り率特性を示したものである。同図において、参考までに、伝搬損失の周波数特性を考慮しない場合の特性 [2] も示している。同図より、本稿で想定した伝搬モデルでは、周波数の増加に伴い伝搬損失が単調増加することから、伝搬損失を考慮することにより、BER 特性が劣化することがわかる。

4. まとめ 本稿では、MB-OFDM 方式を対象として、拡散されたサブキャリア信号の周波数差と遅延スプレッドから決定される周波数相関だけでなく、サブバンド間に UWB 通信特有の伝搬損失の差異が存在したときの理論ビット誤り率の導出を行った。さらに、導出式の妥当性を計算機シミュレーションにより得られた特性と比較することにより明らかにした。

参考文献 [1] ECMA-368, "High rate ultra wideband PHY and MAC standard," ECMA International, Tech. Rep. 2nd Edition, Dec 2007. [2] 金古 亮平, 前原 文明, 基文, "MB-OFDM 方式のビット誤り率に関する理論解析," 信学総大発表予定, 2009 年 3 月. [3] W. Y. Lee, Mobile communication engineering, McGraw-Hill Book Company, New York, 1982. [4] M. Schack, et al, "Measurements and analysis of an in-car UWB channel," IEEE-VTC2008, pp. 459-463, May, 2008.

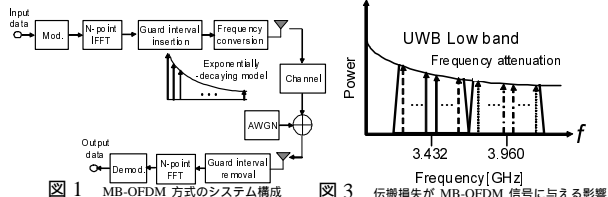


図 1 MB-OFDM 方式のシステム構成

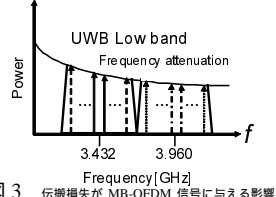


図 3 伝搬損失が MB-OFDM 信号に与える影響

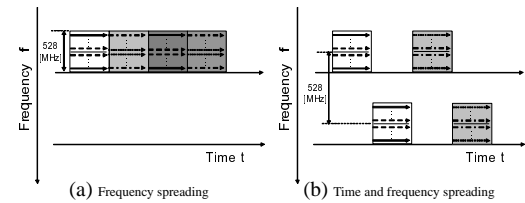


図 2 時間・周波数拡散の概念

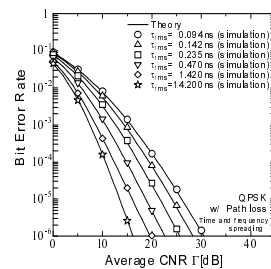


図 4 平均 CNR 対 BER 特性

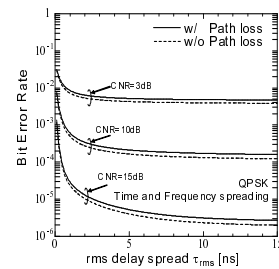


図 5 τ_{rms} 対 BER 特性

非線形ひずみの抑圧と送信電力の低減を同時に図る OFDM 伝送方式

An OFDM Transmission System Realizing Both Nonlinear Distortion Suppression and Transmit Power Reduction

神谷 尚邦 前原 文明

Naokuni KAMIYA Fumiaki MAEHARA

早稲田大学理工学術院 基幹理工学研究科

Graduate School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University

1. まえがき OFDM 方式では、高い PAPR に起因して生じる非線形ひずみにより、ビット誤り率 (BER) だけでなく帯域外輻射が増加することから、その影響をできる限り低減することが求められる [1]。これまでに筆者らは、BER と帯域外への輻射を同時に低減することを目的として、送信側で予め複数の平均入力電力に対する希望信号電力対雑音及びひずみ電力比 (SNDR) をシンボル毎に算出するとともに、SNDR が最大となる平均電力で信号を送信する送信電力制御方式の提案を行った [2]。本提案方式は、受信側で生じる熱雑音よりも非線形ひずみの影響が支配的の場合、非線形ひずみの問題点を解決するだけでなく、一定の平均電力で送信する通常的方式よりも送信電力を低減できることから、極めて効果的となるが、非線形ひずみよりも熱雑音の影響が支配的の場合、送信電力が通常的方式よりも増加する問題があった。本稿では、本問題点を解決すべく、熱雑音の影響を示す尺度を SNR と SNDR の相互相関値に基づき理論的に算出し、その尺度に基づき送信電力の増大を抑圧する方式を提案する。

2. 提案方式

図 1 は SNDR に基づく送信電力制御方式の概念を示したものである。本方式では、複数の段階の平均入力電力レベルを設定し、各レベルの SNDR を算出するとともに、SNDR が最大となる送信電力レベルで信号を送信する。ここで、各シンボルの SNDR Λ は、サブキャリア数が十分に大きい場合、OFDM 信号の平均入力電力 $R_{ss} = \sigma_s^2$ 及び増幅器出力信号の平均電力 $R_{sd} s_d$ とすると、希望信号電力 $S = |\alpha|^2 R_{ss}$ 、ひずみ信号電力 $D = R_{sd} s_d - |\alpha|^2 R_{ss}$ となるので、次式のように理論的に算出できる [2]。

$$\Lambda = S / (D + N) = |\alpha|^2 R_{ss} / (R_{sd} s_d - |\alpha|^2 R_{ss} + N) \quad (1)$$

ただし、 α は入力信号に含まれる希望信号成分の寄与を示す係数である。また、送信電力制御に伴う基準 IBO ζ から送信電力制御後の IBO ζ' への電力補正量は $\beta = \sqrt{\zeta'/\zeta}$ であり、シンボル毎に制御を行うことから、送信電力の段階を示す情報を受信側に通知する必要がある。図 2 は各基準 IBO において送信電力制御を施した後の平均出力電力を送信電力一定の通常的方式と比較対象として示したものである。同図に示すように、非線形ひずみよりも熱雑音の影響の支配的となる低 CNR や高 IBO では、送信電力の増加が SNDR の改善に資することから、送信電力を施した方式の送信電力が、通常的方式のそれよりも増加することがわかる。特に、低 CNR における送信電力の増加に着目すると、送信電力増加によるビット誤り率特性への改善効果は極めて小さいことから、このような場合、通常的方式と同様の送信電力レベルまで送信電力を低減することが望ましい。

そこで、本稿では、各シンボルにおいて、熱雑音の影響を示す尺度を SNR と SNDR の相互相関値に基づき理論的に算出し、その尺度に基づき送信電力の増大を抑圧する方式を提案する。図 3 は、提案方式のシステム構成を示したものである。同図に示すように、各シンボルにおける SNR と SNDR の相互相関値 ρ を次式のように定義する。

$$\rho = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L \left(\frac{S_i}{D_i + N} \cdot \frac{S_i}{N} \right) / \left(\frac{S_i}{N} \right)^2 = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L \frac{1}{D_i/N + 1} \quad (2)$$

ただし、 L は平均入力電力の段数である。相互相関値 ρ が比較的大きい場合、非線形ひずみよりも熱雑音が支配的な伝送路環境であると判断され、比較的小さい場合、熱雑音よりも非線形ひずみが支配的な伝送路環境と判断されることから、相互相関値について適切な閾値を設定し、 ρ の値が閾値よりも大きいシンボルに対しては、送信電力制御を行わないで送信するものとする。

3. 特性評価 図 4 は IBO=1.5dB において、CNR γ をパラメータにとったときの SNR と SNDR の相互相関値 ρ の確率分布を示したものである。同図において、 γ が小さくなるにしたがって、 ρ が増加することから、 ρ を尺度にとって、熱雑音の影響の大きさを測定できることがわかる。これより、伝送路環境を判断する閾値について、図 2 において、例えば、IBO=1.5dB の場合、 $\gamma=10$ dB のときに平均出力電力が 0dB となることに着目すれば、 $\gamma=10$ dB における相関値 $\rho = 0.78$ を閾値として与えることが適当と判断される。図 5 は各基準 IBO において、送信電力の抑圧を施した提案方式の平均出力電力を示したものである。同図より、SNR と SNDR の相互相関値 ρ に基づき、送信電力制御の適用の有無を判断することにより、常に一定の電力で送信する通常的方式の出力電力を超過しない制御が可能となることがわかる。一方、図 6 は各基準 IBO をパラメータにとったときの提案方式の CNR 対 BER 特性を示したものである。同図において、IBO にかかわらず、提案方式の BER 特性が送信電力制御を常に施した場合の特性と概ね同等となることから、提案方式により、BER 特性に劣化を与えることなく、送信電力の低減が可能となることがわかる。

4. まとめ 本稿では、SNDR に基づく送信電力制御を用いた OFDM 非線形ひずみ抑圧方式において、非線形ひずみよりも熱雑音の影響が支配的な場合に生じる送信電力の増加を抑圧すべく、熱雑音の影響の大きさを SNR と SNDR の相互相関値に基づき理論的に算出する方法を提案した。特性評価の結果、本提案方式により、熱雑音が支配的な場合に、BER 特性に劣化を与えることなく、送信電力の低減が可能となることを明らかにした。

参考文献 [1] S. Hara, et al., "Multicarrier techniques for 4G mobile communications," Artech House, 2003. [2] 神谷尚邦, 前原文明, 小野寺毅, "SNDR に基づく送信電力制御を用いた OFDM 非線形ひずみ抑圧方式," 信学総大発表予定, 2009 年 3 月.

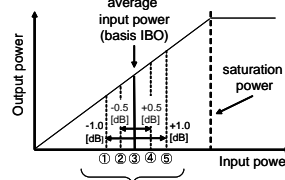


図 1 送信電力制御の概念

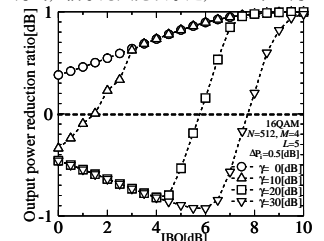


図 2 送信電力制御時の出力電力

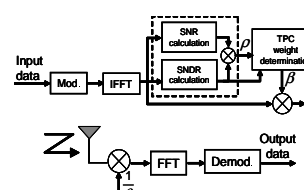


図 3 システム構成

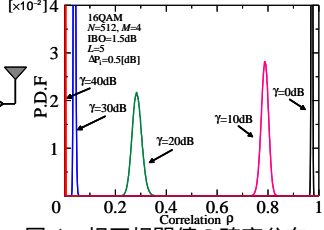


図 4 相互相関値の確率分布

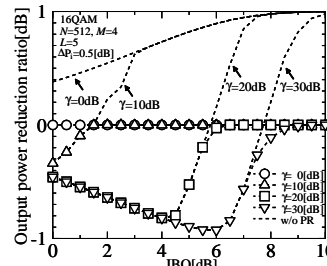


図 5 提案方式の出力電力

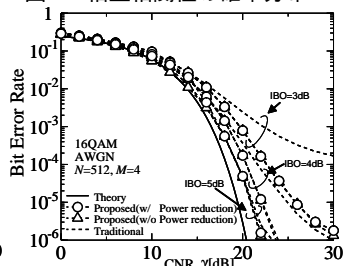


図 6 CNR 対 BER 特性

反強誘電性液晶を用いた空間光変調器の試作及び評価

C-3 Evaluation of spatial light modulator using anti-ferroelectric liquid crystal

木谷 加奈¹⁾ 小川 賀代¹⁾ 鈴木 康²⁾
 Kana KITANI¹⁾ Kayo OGAWA¹⁾ Yasushi SUZUKI²⁾
 日本女子大学¹⁾ (有)エルシーエー²⁾
 Japan Women's University LCA

1. はじめに

ビル間通信などの光無線通信の利用範囲を拡大するため、2軸で光波面の制御が可能な角度時分割多元接続システムが求められている。図1に示すように角度時分割とは、中心局となる光無線装置Aの前に光学デバイスを設置し、時間的に光波面の偏向方向を制御することによって、従属局の光無線装置B、C、Dとの通信に切替えることができる。このように時間的に通信先を分割し複数地点への配信を行うため、従属局から中心局への上り回線は逆方向を辿り双方向通信可能となる。

これらを実現するため、我々は液晶空間光変調器(LC-SLM)に計算機プログラムを表示させ、そのパターンの表示切替えにより2次元で光波面を制御する。しかし、市販されているツイストネマティック液晶を用いたSLMでは表示切替え速度が数十 msec と遅く、角度時分割に用いる速度条件である数 msec 以下を満たさない。そこで自発分極を持ち μ sec オーダーの切替えが可能な反強誘電性液晶(AFLC; Anti-ferroelectric Liquid Crystal)を用いたセルを試作し、角度時分割多元接続の実現を始めとした、画像処理や光計測の分野においても用いられる高速位相変調デバイスの検討として、AFLCを用いたSLMの表示切替え速度及び位相変調量に関する評価を行った。

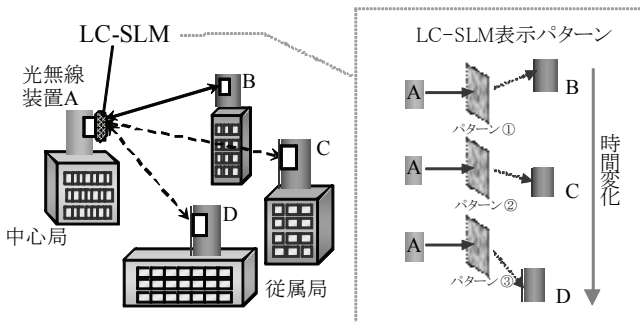


図1: 角度時分割多元接続

2. 表示切替え速度の検討

角度時分割多元接続の場合、従属局からすると、中心局との接続時間・非接続時間が存在する。原理実験より、支障なく通信が行える非接続時間条件は従属局数によらず 2.44[msec]以下であることが分かっている^[1]。今回、表示切替え速度の評価として、試作したALFCセルを全画面表示で使用し、従属局数が2局及び3局の時を想定した ON(接続時間)と OFF(非接続時間)画面の表示切替えを行い、非接続時間条件のクリアを目的とした。図2に、実験光学系を示す。偏光板をクロスニコルで配置し、フォトディテクタで光の透過強度を測定した。

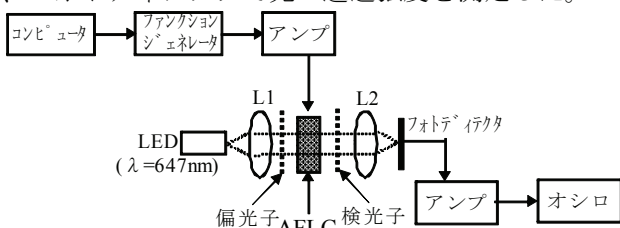
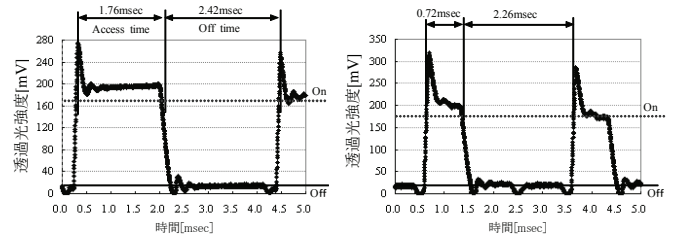


図2: 表示切替え速度の実験系

図3にフォトディテクタで受光した受光電圧の時間的変化を示す。図3(a)では従属局数2、図3(b)では従属局数3を想定した実験結果である。ONとOFFの閾値は、ONの安定電圧に対して90%の値とする。各々OFF画面時間は2.42[msec]、2.26[msec]となり、多元接続実現のために必要な非接続時間条件 2.44[msec]以下を満たした。また従属局数が増えるときは、液晶に与える印加電圧の周波数を上げていくと良い。以上の結果より、画面切換え速度において、角度時分割多元接続の実現を始め、高速表示切替えデバイスの可能性を得た。



(a) 従属局数2の時 (b) 従属局数3の時

図3表示切替え速度の実験結果

3. 位相変調量の検討

位相型計算機プログラムを表示する際、位相変調は、コントラストが最大値をとる $\pm 20V$ までの電圧範囲で制御する。AFLCは分極を持つため、正と負交互に電圧を印加した。図4に、光源He-Neレーザー($\lambda=633nm$)においての電圧に対する位相変調量の変化を示す。

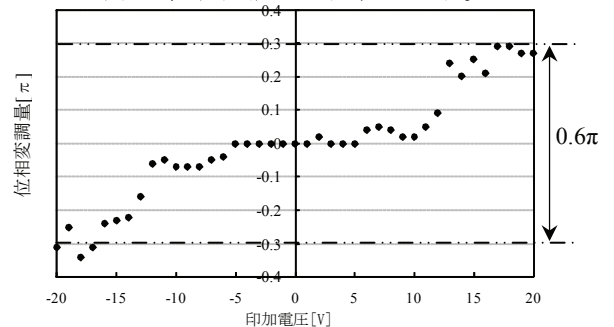


図4: 実験結果

以上の結果より、波長 633nm において位相変調量が 0.6π 有し、印加電圧により位相制御ができることを確認し、位相変調デバイスとしての可能性を得ることができた。

4. まとめ

時分割デバイスとして、2次元に光波面を制御することができ、高速応答可能なAFLC空間光変調器を試作し、表示切替え速度と位相変調量の評価を行った結果、時分割多元接続デバイスとして活用できる可能性を得た。今後、多値の階調を目指し、位相変調量を π までとれるよう液晶相の厚みを増やす事で、更なる高速変調デバイスとしての検討を行う。

参考文献

[1] 石田友美, 小川賀代 ” 光学デバイスを用いた光無線通信における時分割多元接続システム ” 電子情報通信学会技術研究報告 OSC2007-72, pp. 17-20 (2007)

RFID を用いた視覚障がい者向け分岐点予告方式

B-7 Branch Point Notice Method Using RFID for Visually Handicapped Persons

小幡 周平 戸井 晶葉 新津 善弘
Shuhe Kobata Akiha Toi Yoshihiro Niitsu

芝浦工業大学システム工学部

Faculty of Systems Engineering, Shibaura Institute of Technology

1. まえがき

近年、RFID は小型化や低価格化が進んでおり、入退出管理や位置検知など様々なシステムで利用が考えられている。この RFID の位置検知技術を用い、視覚障がい者向けに歩行者支援システムの研究が行われている。

本研究では、RFID を用いた視覚障がい者向けの情報提供において、より利用者にパーソナライズされた分岐点の予告方式について検討する。

2. 先行研究の問題点

先行研究では、駅構内の点字ブロックに RFID タグを埋め込み、タグ ID を読み込むことで位置情報を取得、案内を行うシステムが提案されている [1]。このシステムでは分岐点で利用者に情報提供する際、1 つ前の地点で分岐点までの距離を知らせる単純な案内方式であった。

しかし、この方式では半分の被験者が分岐点で、2 ~ 3 歩通り過ぎてしまうという問題点があった。これは、歩く速度や、適切な案内のタイミングに個人差があることが理由としてあげられる。

3. 研究概要

3.1 目的

本研究では、現実性を考慮した上で、先行研究での問題点を解決することを目的とする。

3.2 想定環境

簡易点字ブロックを用い、その中に RFID タグを設置する。白杖の先端にはリーダがついているものとする。また、携帯端末とサーバは無線通信を行い、サーバ内には地図情報などのデータを保持する。

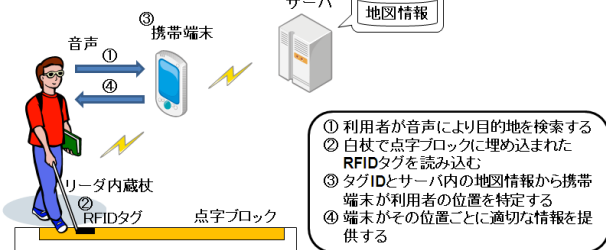


図 1: システム構成

3.3 提案方式

利用者の性格や状態、歩行速度等により、タイミングが一意に決まらないことが予測される。この問題に対し、各利用者への案内をパーソナライズする 2 つの方式を提案する。

両方式とも、利用者はシステムが行った案内に対して、タイミングをフィードバックし、システムは次回分岐点でタイミングを変更する。

提案方式 1: 速度測定方式

タグ間で利用者の速度を取得し、案内のタイミングを推定する方式

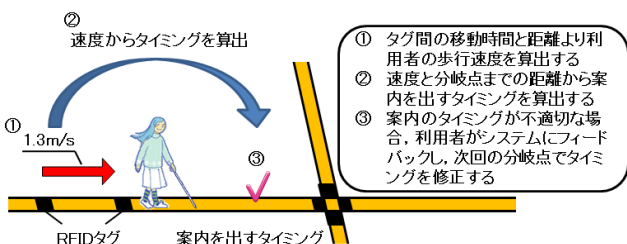


図 2(a): 提案方式 1 のイメージ

提案方式 2: 速度非依存方式

分岐点付近のタグを複数設置し、フィードバックの履歴から情報通知するタグの位置を推定する方式

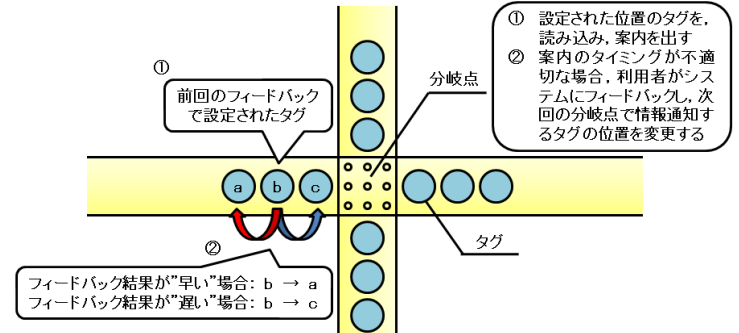


図 2(b): 提案方式 2 のイメージ

4. 評価・考察

各方式について、実験とシミュレーションによる 2 つの評価方法を用いた。実験では、被験者 8 人に適切なタイミングに至るまで歩いてもらい、立ち止まりや遅れの想定はシミュレーションにより行った。

- 以下の 2 項目で評価した結果を表 1、図 4 に示す。
- ユーザ負担度: 各利用者の適切なタイミングに至るまでのフィードバック回数
 - トラブル対応性: 立ち止まりや遅れが発生した時のユーザ適応率

表 1: 適切なタイミングまでのフィードバック回数

	方式1	方式2
フィードバック回数(回)	3.3	5.3

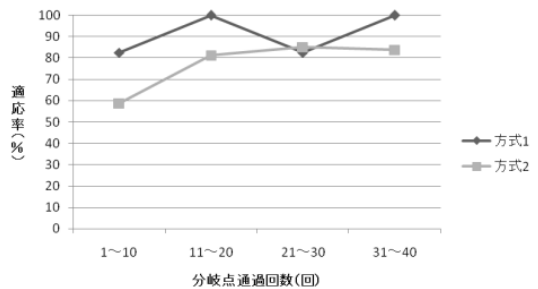


図 4: トラブル発生時のユーザ適応率

表 1 より、方式 1 の方が、少ないフィードバック回数で利用者に合わせてタイミングに至った。これより、方式 1 は方式 2 よりも利用者に対して負担をかけることなく案内ができるということがわかる。

方式 2 に関しては、速度を測定していない分、方式 1 よりもトラブルに対する影響は小さいことがわかる。しかし、方式 2 はタグ密度が高い必要があるため、方式 1 に比べて RFID が多量に必要となり、設置コストがかかることも考えられる。

5. むすび

本稿では、RFID を用いて視覚障がい者に対して適切なタイミングで案内を行う方式を提案し、実験、シミュレーションを行い、評価結果を示した。今後は、さらに多くの被験者に実験を行い、案内方法についても検討を行う。

参考文献

[1] 後藤 浩二, 松原 広, 深澤 紀子, 水上 直樹 "駅環境における携帯端末を用いた視覚障害者向け情報提供システム" 情報処理学会 No. 12(20031215)

非線形回線におけるCI/OFDMとOFDMの特性比較

B-8 Performance comparison of CI/OFDM and OFDM in nonlinear channel

下田 悠介 梅比良 正弘

Yusuke SHIMODA Masahiro UMEHIRA

茨城大学 工学部

College of Engineering, Ibaraki University

1. まえがき

OFDMはマルチパスフェージングチャネルにおいて高速、高信頼伝送を実現できるため、様々なワイヤレスシステムに利用されている。しかし、OFDM信号はPAPR (Peak to Average Power Ratio) が大きいと電力増幅器に大きなバックオフが必要となり、電力効率が低くなる。この問題を解決するため、CI拡散系列を利用したCI/OFDM (Carrier Interferometry/OFDM) が提案されており、PAPRが小さく周波数ダイバーシティ効果を期待できる[1]。しかし、増幅器の非線形が存在する場合の特性比較は十分に行われていない。そこで、本文では、非線形回線におけるOFDMとCI/OFDMの特性比較を行った。

2. シミュレーションモデル

CI/OFDMとOFDMの特性を特性比較に用いたシミュレーションモデルを図1に示す。OFDMでは送信側でデータを直並列変換しIFFTを行い、受信側ではFFTを行って各サブキャリアを分離する。一方、CI/OFDMでは、送信側ではIFFTの前にCI拡散をIFFTで行い、受信側ではFFTの後にCI逆拡散をFFTで行う[2]。

シミュレーションでは、変調方式はQPSK、誤り訂正はR=1/2、3/4、K=7の畳み込み符号化・ビタビ復号とし、フェージングモデルは72波の指数関数減衰型を用い、遅延スプレッドは100nsとした。サブキャリア数は、OFDMでは52で4サブキャリアをパイロットとし、CI/OFDMでは64とした。非線形増幅器には下式で与えられるRappモデルを用いた。各パラメータはS (Smoothness factor) を1、Osat (出力飽和レベル) を2とし、各BackOffに対するBER特性を評価した。

$$Out(u) = \frac{u}{\left(1 + \left(\frac{u}{Osat}\right)^{2S}\right)^{\frac{1}{2S}}}$$

受信時の等化において、チャンネル情報は既知とし、OFDMでは各サブキャリア毎に等化した。CI/OFDMではCI拡散符号により全N搬送波に渡って拡散しているため、MMSE基準による等化を行った。

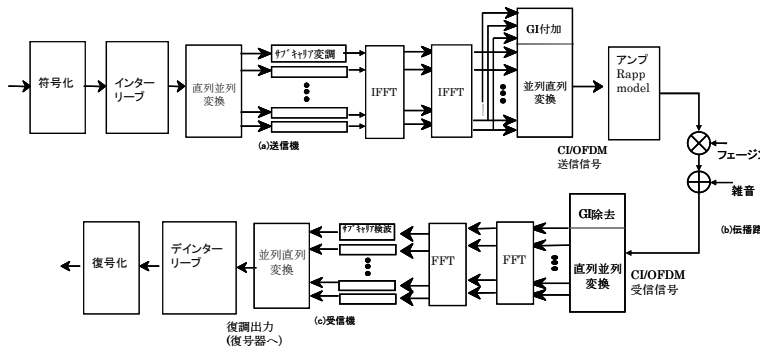


図1, CI/OFDMのシミュレーションブロック図

3. シミュレーション結果

図2にBackOff=1dBの時のOFDMとCI/OFDMのBER特性を示す。OFDMとCI/OFDMとを比較すると、BER=10⁻³では、CI/OFDMの方がOFDMよりも所要CNRが10dB小さい。また、R=3/4の誤り訂正を用いた場合、BER=10⁻³を得るための所要CNRはOFDMシステムより2dB少ないことがわかる。これはCI-拡散符号による周波数ダイバーシティ効果、ならびに低PAPRによる小さな信号歪によると考えられる。

図3に各BackOffでのBER=10⁻³におけるCNR (dB)を示す。図より符号化率の高い時にCI/OFDMとOFDMの特性の差がより顕著に現れることがわかる。

4. まとめ

本文ではOFDMとCI/OFDMの非線形回線における特性を比較し、バックオフが小さい状況ではOFDMシステムに比べて良好な特性が得られることを明らかにした。

<参考文献>

- [1]平成19年度 衛星通信周波数の有効利用のための高能率伝送技術に関する調査検討報告書
- [2]Patricia R. Barbosa, Zhiqiang Wu and Carl R. Nassar "High-Performance MIMO-OFDM via Carrier Interferometry"

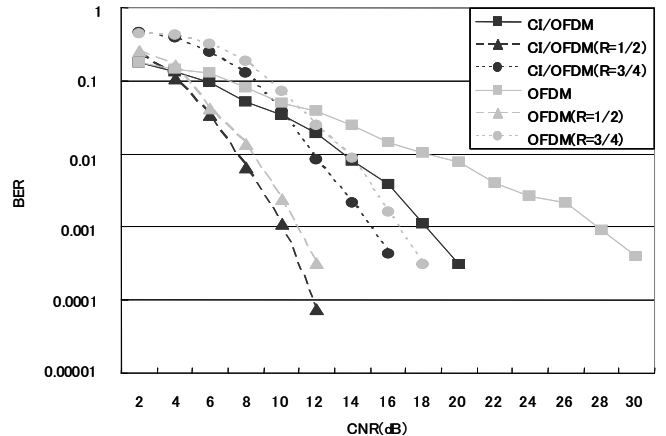


図2, BackOff=1dB時のBER特性

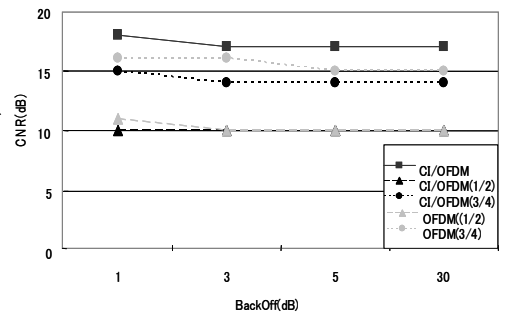


図3, 各BackOffでのBER=10⁻³におけるCNR (dB)

非励振素子付き広帯域モノポールアンテナの検討

A Study of Broadband Monopole Antenna with Parasitic Elements

B-1

杉本 翔太*1 岩崎 久雄*1 山本 志緒*2 半杭 英二*2 田浦 徹*2 原田 高志*2 倉本 晶夫*2
 Shota Sugimoto Hisao Iwasaki Shio Yamamoto Eiji Hankui Toru Taura Takashi Harada Akio Kuramoto

芝浦工業大学*1
 Shibaura Institute of Technology

日本電気株式会社*2
 NEC Corporation

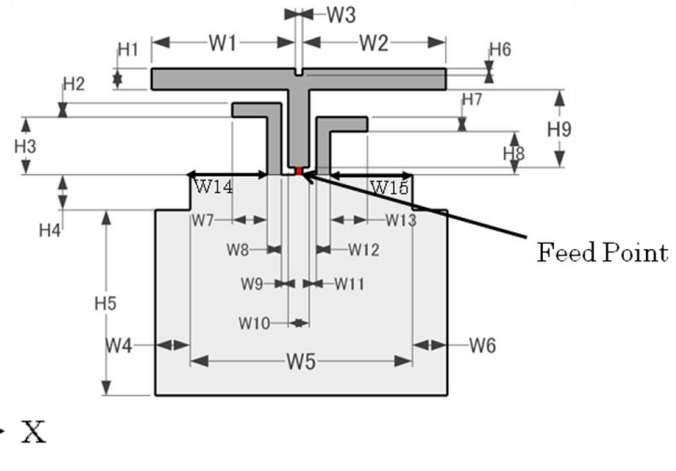
1. はじめに

第4世代移動通信システムは高速移動無線アクセスシステムとして、第3世代携帯(1.9~2.2GHz)、無線LAN(2.4/5GHz)、WiMax等の構成がある[1]。その為に広帯域化を図ったアンテナが要求される。

本稿では携帯端末に内蔵できる寸法で、超広帯域特性を有するアンテナについて報告する。

2. アンテナ構造

参考文献[2]を基に、図1に提案する非対称モノポールアンテナの構造を示す。中央のT字素子と、左右の非対称な逆L字型無給電素子からなる平面アンテナで、同軸ケーブルによる不平衡給電を用いている。左右の無給電素子を非対称化することによって、高域に新たな2共振を発生させることで、広帯域化を図っている。又、電流分布を解析した結果、電流が流れていない部分が存在したので、T字素子上部中央に1×1[mm]、グランド板の上部両端に5×5[mm]の大きさで切り込みを入れることで電流の流れを良くし、広帯域化を図っている。アンテナの寸法は、46.2×42.0[mm]、厚さは0.3[mm]である。



H1=3, H2=2, H3=8.1, H4=5, H5=26.2, H6=1, H7=2, H8=6.1, H9=11, W1=W2=20.5, W3=1, W4=5, W5=31.7, W6=5, W7=5, W8=2, W9=W11=1, W10=3, W12=2, W13=5.3, W14=W15=11.35[mm]

図1. アンテナの構造

3. 解析・測定結果

実際に試作したアンテナの写真を図2に示す。

図3にVSWRの解析値と試作したアンテナの測定値を示す。解析値では1.9~5.8GHzにおいてVSWR≤2を満たし、測定値では1.9~5.8GHzにおいてVSWR≤2.4を満たした。

高域では解析値とほぼ一致した形になっているが、低域ではVSWRが高くなっている。



図2. 試作アンテナ

4. まとめ

本稿では、1.9GHzから5GHz帯の無線LANまで対応可能な広帯域平面モノポールアンテナを提案し、解析及び試作・測定を行った。その結果、比帯域幅101%である超広帯域を有するアンテナを設計でき、本アンテナの有効性を明らかにした。

参考文献

- [1]総務省「第4世代移動通信システム」
<http://www.tele.soumu.go.jp/j/system/ml/fourth.htm>
- [2]古谷恒太 岩崎久雄 山本志緒 玉置尚哉 原田高志 倉本晶夫 “無給電素子付ウェアラブル平面モノポールアンテナの検討” 2008 電子情報通信学会総合大会 B-1-127

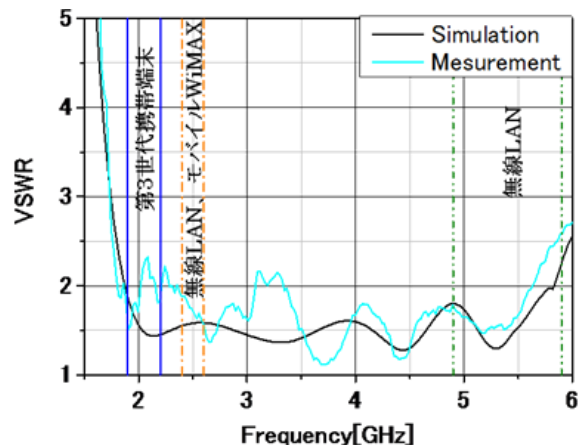


図3. 解析値と測定値のVSWR

複数リレー局を用いた協調伝送における多重法に関する一検討

B-5

A Study on Multiplexing Methods in Cooperative Relay Transmission

宗 秀哉
Hideya So

樋口 健一
Kenichi Higuchi

東京理科大学 理工学部 電気電子情報工学科
Department of Electrical Engineering, Tokyo University of Science

1. まえがき

複数の送信ユーザ端末(MS: mobile station)とリレー局(RS: relay station)が協調して伝送を行うと高速無線伝送を広くカバーできる可能性があることが知られている[1-4]。本稿では、RSで受信信号を復号後再符号化し転送を行う decode-and-forward (DF)型リレーにおける協調伝送について、同時送信された信号の多重法として、時間/周波数の直交多重と空間多重の適用効果についてそれぞれ評価する。

2. 協調伝送系および無線リソース割り当てのモデル

図1に本稿で仮定した伝送系を示す。送信MS数は2であり、それぞれの送信信号を2局のRSで同時受信する。2RSは受信信号を宛先の受信基地局(BS: base station)にDF型で転送する。MS-RS間のリンクをアクセスリンク、RS-BS間のリンクをリレーリンクとする。MS, RSのアンテナ数は1, BSの受信アンテナ数は2とした。従って、アクセスリンクの多重法は時間/周波数の直交多重(以下簡単のため周波数多重(FDMA: frequency division multiple access)で代表する)が用いられる。一方、リレーリンクでは、各RSはMS#1, #2の信号を有し、2x2の分散型MIMOが構成されるので、送信ビームフォーミングを行う空間多重(SDMA: space division multiple access)が、直交多重に加えて適用可能である。

アクセスリンク、リレーリンクで使うことのできる周波数ブロックは合計8とした。各周波数ブロックは独立なフラットレイフェージングを受けるものとした。本稿では、2MSの合計スループットが最大になるように、以下のアルゴリズムに基づき周波数ブロックを割り当てた。

- ✓アクセスリンクとリレーリンクの多重はFDMAを用い、アクセスリンクにx個の任意の周波数ブロックを、リレーリンクに残りの8-x個の周波数ブロックを仮割り当てる。
- ✓アクセスリンクについて、MS1,2に互いに重ならない周波数ブロックを割り当て、注水定理に基づく電力割り当てをしたときのMS-RS間の伝送レートの和が最大となる割り当てを求める。このときの伝送レートを $R_{MS1,access}$, $R_{MS2,access}$ とする。
- ✓次にリレーリンクについて、FDMA、もしくはSDMAに基づく周波数と電力の割り当てを、リレーリンクの伝送レート $R_{MS1,relay}$, $R_{MS2,relay}$ の和を最大にする規範で決定する。ただし
 - FDMAの場合、2RSは各MSの信号伝送に同じ周波数を割り当て送信ビームフォーミングにより最大比合成するものとした。
 - SDMAの場合は、特異値分解に基づく最適伝送を仮定した。また、2ストリームのそれぞれは、MS#1, #2のいずれか一方のみの信号を伝送するものとした。
- ✓MS#kのエンドツーエンドの伝送レート(以下ユーザスループット)は、 $R_{MSk,end-to-end} = \min(R_{MSk,access}, R_{MSk,relay})$ となる。 $R_{MSk,end-to-end}$ をアクセスリンク、リレーリンクに割り当てる周波数ブロックを変えて評価し、 $R_{MSk,end-to-end}$ の和が最大となる割り当てを選択した。

3. シミュレーション結果

図1に示すように、MS-BS間の距離を1とし、MS-RS間距離 α ($0 < \alpha < 1$)をパラメータとした。距離の4乗による平均的な信号電力減衰を仮定した。RS, BSにおける受信雑音の大きさは同一と仮定し、全MS, RSの総送信電力が一定の条件で平均ユーザスループットを比較した。平均SNR (signal-to-noise ratio)は、RSが無く送信電力が全てMSに割り当てられたときに1周波数ブロックで伝送した場合のBS受信端での値を示す。

図2に α に対する平均ユーザスループットを示す。SNR = 0 dBと13 dBのときの結果を示す。リレーリンクの多重法としてFDMAを用いる場合とSDMAを用いる場合を示す。図より、平均ユーザスループットを最大とするRS位置はSNRによらずおおよそMS-BS間距離の $\alpha = 1/4$ 点程度となっている。よりMSに近い位置にRSを配置する方が良い理由は、アクセスリンクに比較してリレーリンクは協調伝送により同一の平均SNRにおいてより高い受信品質を実現できるためである。図3に $\alpha = 1/4$ としたときのSNRに対するスループットを示す。リレーリンクの多重法にFDMA, SDMAのみを用いる場合、FDMAとSDMAをチャンネルに応じて適

応的に切り替える場合を示す。RSなしの場合も示す。図よりリレー伝送による特性改善はSNR = 8 dB程度以下の環境に限定される。高SNR環境では帯域制限となるためリレーリンクの余計な周波数消費がスループットの劣化を生じるためである。また、リレーリンクにSDMAを適用する効果は高SNR環境に限定される。これは低SNR環境ではチャンネルのランクが小さいためである。結果として、リレー伝送が有効なSNR領域ではリレーリンクに空間多重を適用する効果は小さい。

4. まとめ

RSを2つ用いた協調リレー伝送において、リレーリンクの多重法としては直交多重のみではほぼ十分な特性が得られ、より複雑な制御を必要とする空間多重を追加で用いる効果は小さいことを示した。

参考文献

- [1] R.U. Nabar, et al., IEEE J. Sel. Areas Commun., vol. 22, pp. 1099-1109, Aug. 2004. [2] J.N. Laneman, et al., Trans. Inf. Theory, vol. 49, no. 10, pp. 2415-2425, Oct. 2003. [3] J.N. Laneman, et al., IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 50, no. 12, pp. 3062-3080, Dec. 2004. [4] A.K.Sadek, IEEE Trans. Sig. Proc., vol. 55, no. 1, pp. 341-355, Jan. 2007.

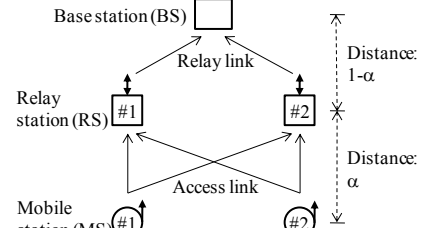


図1. 伝送系モデル

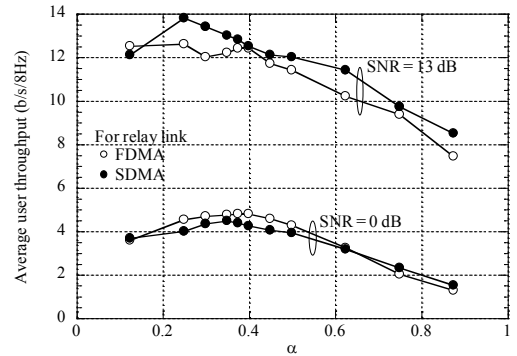


図2. RS位置に対する平均ユーザスループット

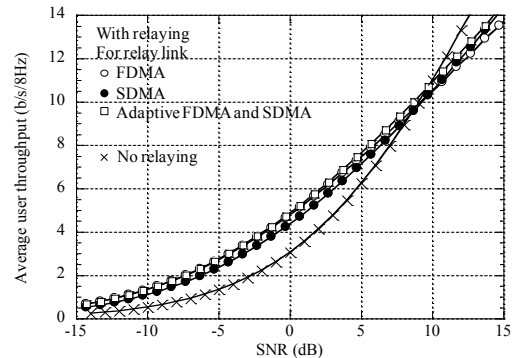


図3. SNRに対する平均ユーザスループット

高精度自律マンナビゲーションシステムの検討

B-20

Research of a Precise Man

高塚 陽亮*

Yosuke TAKATSUKA

中嶋 信生*

Nobuo NAKAJIMA

* 電気通信大学大学院 人間コミュニケーション学専攻

Department of Human Communication, The University of Electro-Communications

1. まえがき

移動軌跡をトレースする方法の一つに、自律航法がある。歩行者の自律航法では、使用者が進んでいる距離と方向を計測して相対位置を算出する。歩行者の距離計測では、歩数計を用いられた研究があるが、歩幅が変わると誤差が発生する問題がある。^[1]

本技術は、GPS の使えない室内でのマンナビゲーションに有効である。本研究では自律航法の高精度化を行う。

2. 提案する自律航法システム

距離推定方法として従来の固定歩幅を前提とした歩数カウントではなく、水平方向加速度の2重積分を採用する。これにより、人間の状況により異なる歩幅をより正確に推定でき、誤差は改善される。さらに、地磁気による方向計測の誤差を軽減するためのジャイロセンサにより高精度な光ファイバジャイロを用いる。提案方式では、3軸加速度センサ(Sunhayato MM-2860)、3軸ジャイロ方位センサ(INTERSENSE InertiaCube3)を組み合わせた距離推定装置を足の甲に取り付けた。さらに、光ファイバジャイロセンサ(KVH DSP-5000)を背負子に固定し、背負った。装置構成を図1、背負子を図2、距離推定装置を図3に示す。

光ファイバジャイロ

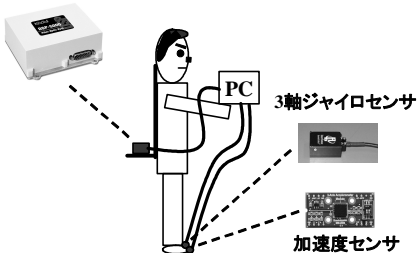


図1 装置構成

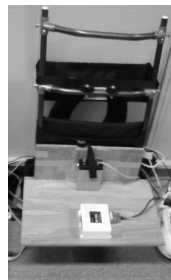


図2 背負子



図3 距離推定装置

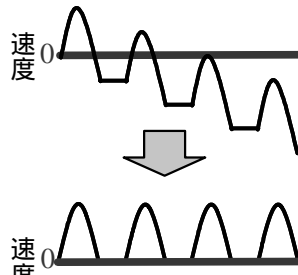


図4 速度補正

2.1 距離推定方式

3軸加速度センサ出力から進行方向加速度を算出し、積分することで速度を求めた。本来接地している間は速度がゼロであるが積分誤差によって必ずしもゼロと算出されない。そこで歩数を安定して検出

できる210msec間、0.11m/s以下の速度変化であるとき、速度ゼロとする補正を行った。速度補正の概要を図4に示す。さらに、補正した速度を積分することで、距離を推定した。

2.2 方向推定方式

角度誤差が1時間に1度という高精度な光ファイバジャイロを用いて推定した。絶対方位は初期設定し、実験では地磁気方位は使用しない。

3. 実験・考察

提案するシステムによる位置推定実験を行った。

電気通信大学で歩行経路を設定し、その経路を歩行し、軌跡を求めた。その際、歩数と地磁気・振動ジャイロからなる自律航法装置 PointMan と比較した。結果を図5、図6に示す。

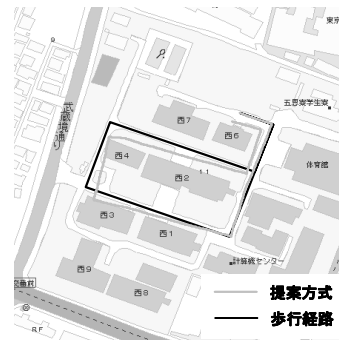


図5 提案方式

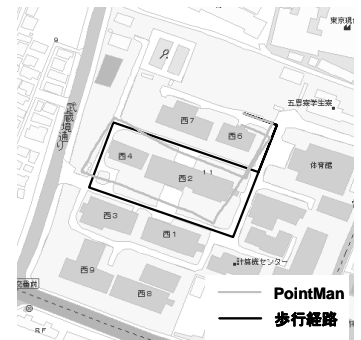


図6 PointMan

提案方式の方が、実際の歩行経路と近い結果を得た。ただし、提案方式では方向推定において約10度ずれてしまう誤差が発生していた。実験では直立時に向いている方向を絶対方位とし、右足には距離推定装置が取り付けられていた。右足が前方に出されると上半身は左を向いてしまい、初期方位から左にずれてしまう。その結果、方向推定に誤差が発生し、位置推定にも影響を及ぼしたと考えられ、改善が必要である。

4. まとめ

今回の実験により、水平方向加速度の2重積分による距離推定と光ファイバジャイロによる方向推定は自律航法の高精度化に有効であることがわかった。

今後は、階段や坂道など平地以外での実験や他の被験者を加えることで汎用化を検討する。また、より精度を高めるため推定方式の改善を検討する。

参考文献

[1] 大竹久美子, 蒔苗耕司, "自律型測位を用いた歩行者経路案内システムの構築", 地理情報システム学会講演論文集 Vol.13, pp.419-422, 2004

親指の往復運動に基づく

小型タッチ画面端末向けソフトウェアキーボード

D-6

A Software Keyboard for Small Touch Screen Terminals
Based on the Coming and Going Movement of the Thumb高濱 健児[†] 郷 健太郎^{††}Kenji TAKAHAMA[†] Kentaro GO^{††}[†] 山梨大学工学部^{††} 山梨大学大学院医学工学総合研究部[†] Faculty of Engineering, University of Yamanashi^{††} Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering, University of Yamanashi

1. はじめに

近年、小型タッチ画面端末が身の回りで多く見られるようになってきた。しかし、それらに搭載されているソフトウェアキーボードは小型タッチ画面に最適化されているものが少なく操作性が高いとはいえない。また、小型端末を片手で持つ場合にタップが多いと持つ手が不安定になり落としてしまう危険性がある。本稿では、小型タッチ画面端末により適した日本語五十音用ソフトウェアキーボードを提案し、入力速度と感性の評価を行う。

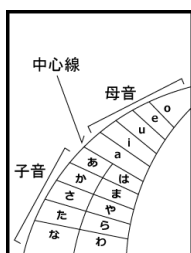
2. 小型タッチ画面における片手親指の操作特性

文献[1]では、小型タッチ端末での親指の駆動特性を調査しており、円弧状に親指の動かしやすい領域があることを明らかにしている。それ以外の領域ではポインティング精度が若干落ちるため、片手で操作する場合にはボタンなどを円弧状に配置することを提唱している。また、左右のスライド操作よりも上下のスライド操作が困難であることを示している。

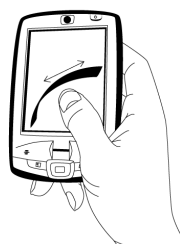
3. 提案手法：ラビング入力

3.1 ラビング入力 小型タッチ画面端末へ最適化したソフトウェアキーボードとしてラビング入力を提案する。ラビング入力とは親指の駆動特性に基づきキーを円弧状に並べ(図1(a))、なぞるような動作(ラビング動作)で入力を行うものである(図1(b))。

3.2 五十音決定タスク キー配置の左側へスライドさせる度合いで子音の選択をし、キー配置中央の横断で決定する。その後右側へスライドさせる度合いで母音を選択し、キー配置中央の横断で決定する。このラビング動作を繰り返し行うことで五十音の入力を行っていく。



(a) キー配置



(b) 入力動作

図1 ラビング入力のシステム概要

4. 予備実験

4.1 実験計画 提案手法と従来手法を比較し、入力速度と感性の評価を行う。端末のホールド性に違いをもたせるために水平と垂直の各状況で持ってもらう測定を行った。

4.2.1 従来手法1：マルチタップ入力 キーを複数回押すことによりそれぞれ割り当てられた文字をトグルで選択する文字入力手法である。この手法は単純なため学習が容易である。タッチパネルとの相性の兼ね合いで接触エラーが起こると予測される。

4.2.2 従来手法2：フリック入力 初期のキー配置は日本語マルチタップ入力と同じである。各子音に対応したキーを選択した後にその位置で離すか、上下左右にフリックさせてから離すことにより母音が決定される。フリックの方向が一方方向ではないので場合によっては動かしにくいこともある。

4.3 実験結果 予備実験の過程で判明したこととして、提案手法は想定していた程度の入力速度が得られないということ、持ち方の状況の違いは入力速度の違いに影響しないということが挙げられる。しかし、各入力手法の利点や欠点はリッカート尺度の感性評価や記述式のアンケートを通して仮説通りの傾向(ラビング入力では指の動かしやすさの指標で優位な方向に振れていたことやフリック入力は指の届かない範囲だと入力がきついなど)を見せた。提案手法に関しては今回設けた練習時間では不十分であり、練習時間の増加が必要であることも分かった。

5. おわりに

今回の予備実験を通して、端末を持つ手が不安定になるような状況を統制して実験を行うことが困難であることが分かった。今後の予定として、予備実験で判明した問題点を基に実験計画の練り直しをするか、もしくはこのラビング動作をよりいかした文字入力手法へシフトさせる形で提案システムを再構築して評価実験を再び行う。

参考文献

- [1] 松浦 吉祐, 郷 健太郎. 小型タッチ画面における片手親指の操作特性. ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 9, No. 4, pp. 37-44, 2007.

PDM と人体通信を用いた音声伝送の研究

A-1 Study of Human Body Communication with PDM

玉置 裕基 松谷 康之
Yuki TAMAKI Yasuyuki MATSUYA

青山学院大学 理工学部
College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

1. あらまし 秘話特性に優れた近傍通信方式として人体を伝送路とする人体通信が提案されている¹⁾。人体を用いた音声伝送の場合、人体がハム雑音等の強い低周波雑音を受けるため、ベースバンドでのアナログ伝送は困難である。本研究では音声信号を 1.5Mbps の PDM に変換し伝送する方式²⁾を取り上げ、その受信回路の小型化と低電力化を検討した。

2. 回路構成 変調原理は音声信号を 1bit/ΣA/D 変換器によりサンプリング周波数 1.5MHz で 1bit データ列に変換し、データが“1”の時にのみデューティ 25%のパルスを発生する。これにより音声信号に 1.5MHz のパルス密度変調 (PDM) をかけることが出来る。この PDM パルスを搬送波として人体を介し受信側に伝送する。この場合、数 kHz までの低周波領域を除去しても PDM 信号には影響がないため HPF でハム雑音及び 1/f 雑音を除去可能である。図 1 に本研究で用いた回路の基本構成を示す。HPF は結合容量と固定バイアス抵抗で実現している。トランジスタをダーリントン接続により高入力インピーダンスとし、バイアス抵抗を数百 kΩ とすることにより人体抵抗とバイアス抵抗の分圧による信号振幅の減衰を防止できる。さらに論理回路用の CMOS インバータ 2 段をリミッタンプとして用い波形整形を行った。CMOS トランジスタはバイポーラトランジスタのようにキャリアの飽和による速度劣化特性を持たず、また正と負のスルーレートが揃っているため良好な波形整形が実現できる。さらに受信信号が PDM パルスである特徴を生かし D 級アンプと LC-LPF によりイヤホンの駆動を行った。

3. 測定結果 図 2 に HPF とダーリントン接続エミッタ接地増幅回路の周波数特性の実測値を示す。1MHz 近辺と 50Hz 近辺で 50dB 以上の利得差があり、低周波領域の雑音を十分除去できる特性であることが分かる。実際に人体に信号を通して音声伝送を行った場合の送信パルスと受信パルスの波形を図 3 に示す。送信の PDM パルスが受信回路で正常に復元できていることが分かる。このとき、体内に流れる電流は μA レベルであり、人体への影響は体脂肪計を使用するとき流れる電流の数百分の一であることを確認した。また図 4 に 1kHz の音声信号に対するスペクトラムの測定結果を示す。これよりノイズフロアが -60dB に抑制できていることが確認できた。

4. まとめ 人体を伝送路とする疑似的な無線通信を高周波 PDM パルスを用いることにより簡単な回路で実現した。

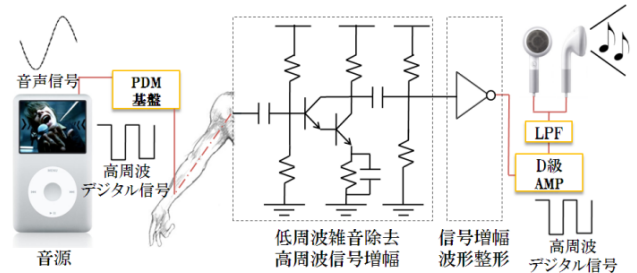


図1. 回路構成

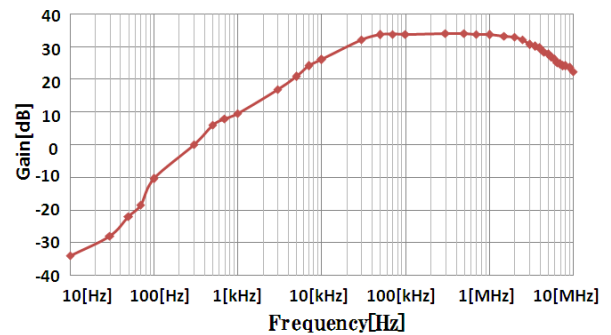


図2. 増幅器の周波数特性

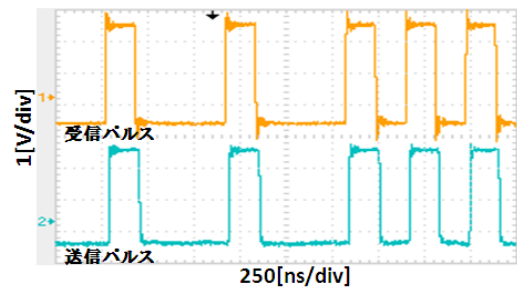


図3. 増幅器の周波数特性

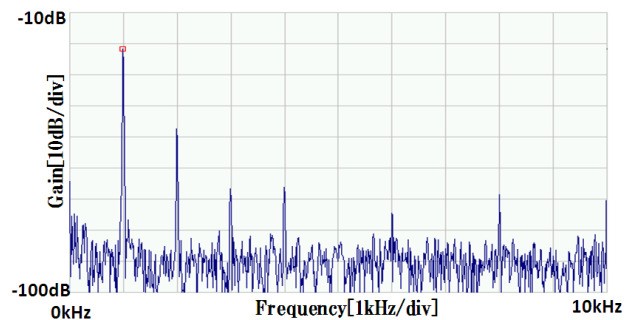


図4. 正弦波出力スペクトラム

参考文献

- 1) 土井謙之ほか、「人体を伝送路とする高信頼性通信方式」松下電工技報, 53, No. 3, pp. 72-76, AUG 2005.
- 2) 松谷康之ほか、「1bit/Σモジュレータを用いたアナログ・デジタル融合無線伝送」電子情報通信学会論文誌, J90-A, No. 12, pp. 926-931, DEC 2007.

機能印象を用いた歯牙滑走運動シミュレータの開発

D-7 Development of Tooth-Excursion Simulator using Functional Impression

田丸 智一
Tomokazu TAMARU

丸山 智章
Tomoaki MARUYAMA

茨城工業高等専門学校
Ibaraki National College of Technology

1.背景・目的

人工歯の作成に歯科CADが利用されている。患者の口腔機能に適した人工歯を作成するためには、歯牙滑走運動(上下の歯が接触しているときの運動)を考慮する必要がある。しかし、市販のCADにおいて、その設計に患者固有の歯牙滑走運動を反映させることは難しい。そこで本研究は、簡単な操作で患者の歯牙滑走運動を歯科CADに再現できるシミュレータの開発を進めている。

臨床では、「咬合器」とよばれる装置を使い、器械的に患者の歯牙滑走運動を再現している[1]。そこで咬合器の幾何学的形状を数値シミュレーションし、患者の顎の運動を再現した(図1)。

2.方法

2.1.一致度の評価関数

患者の実際の歯牙滑走運動とシミュレートした歯牙滑走運動が一致しているかを評価するため、その一致度を定量化する。ワックスを用いて、患者から歯牙滑走運動中の歯列の経路形状を記録・測定する。これを機能印象形状 S_m と表す。また歯の接触シミュレーションした歯列の運動経路形状を $S_f[I_s, C_s]$ (I_s, C_s は歯牙滑走運動を決定するパラメータ、矢状切歯路角 I_s 、矢状顎路角 C_s)と表す。 S_m 上の任意の点 $P \in S_m$ に対して、その点 P と $S_f[I_s, C_s]$ との最短距離を対応付ける距離写像を $D(P)$ とする。その $D(P)$ が、 $0 \leq D(P) \leq \alpha$ を満たす点 P の集合、すなわち S_m の部分集合を考える(α は閾値パラメータ)。

$$J[I_s, C_s] \equiv \{P \in S_m | 0 \leq D(P) \leq \alpha\}$$

となり、一致度の評価関数とする。

2.2.シミュレータの自動調整アルゴリズム

2.1.で定義した一致度の評価関数 $J[I_s, C_s]$ を用いて、歯牙滑走運動シミュレータの設定パラメータを患者の歯牙滑走運動に合わせて最適化するアルゴリズムを提案する。患者より採得した S_m とシミュレートした歯列の運動経路形状 $S_f[I_s, C_s]$ が完全に一致したとき、評価関数 $J[I_s, C_s]$ は最大となる。このときのパラメータ、 I_s, C_s を、シミュレータの設定値として入力することにより、患者の顎の動きを歯牙滑走運動シミュレータにより再現することができる。最適化にはSA(焼き鈍し法)を用いた[2]。

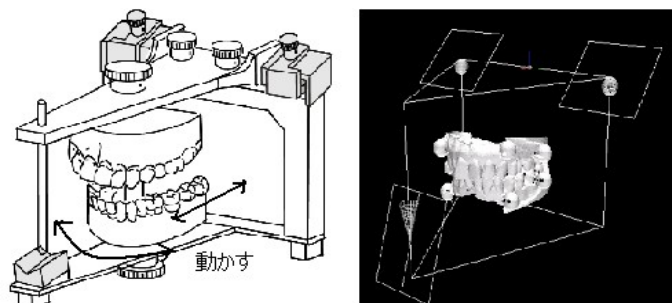


図1 咬合器のコンピュータモデル

3.実験・考察

提案したアルゴリズムを用いて、歯牙滑走運動シミュレータの設定パラメータの最適化実験を行った。実験に用いたPC(Dell, Vostro200)のスペックは次の通りである(OS: Windows XP, CPU: 2.2GHz, メモリ: 1GB)。今回患者より採得した歯列の運動経路形状 S_m のパラメータ I_s, C_s は、成人の平均値($I_s=53.1^\circ, C_s=41.5^\circ$)とし、これを真値に定めた。また探索の初期値は $I_s=47.5^\circ, C_s=41.1^\circ$ とした。探索数は $N=25$ とし、10回ずつ最適化実験により、経路形状データを算出した。

図2に実験における評価関数 $J[I_s, C_s]$ の推移を示す。横軸は探索回数、縦軸を評価関数 J とし、その平均値と標準偏差を表したものである。探索回数が10回前後のときに、標準偏差が最も大きくなっていったが、探索が進むと標準偏差は小さくなり、評価関数 J の値は探索回数25回目で最大となった。今回の実験で、SAによって歯牙滑走運動を歯科CADに再現できた。今後の課題は実際に計測した機能印象データから、最適な運動経路形状パラメータを導き出すことである。それにより、患者の歯牙滑走運動を歯科CADに再現が可能になる。

[参考文献]

- [1] 新谷明喜等:顎口腔機能顎,医歯薬出版株式会社,東京,p.49,2008
- [2] 長尾智晴:最適化アルゴリズム,昭晃堂,東京,pp.120-134,2000.

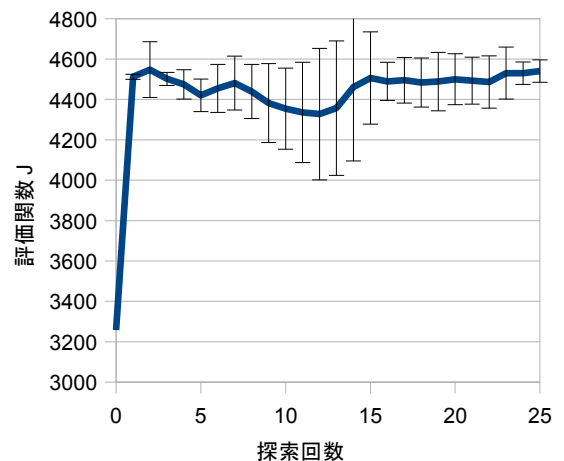


図2 SA反復に伴う評価関数 J の推移
成人の平均値($I_s=53.1^\circ, C_s=41.5^\circ$)

表1 探索25回目のパラメータの平均値と標準偏差

	平均値[°]	標準偏差
成人平均 $I_s(53.1^\circ)$	52.78	0.32
$C_s(41.5^\circ)$	41.50	0.00

ミラー駆動型マルチビジョンシステムの検証

Verification of Multiple Vision System Using Active Mirror

土屋裕喜
Yuuki Tsuchiya

木戸耕太
kohta kido

鈴木秀和
Hidekazu Suzuki

¹ 東京工芸大学工学部
Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University

² 東京工芸大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University

1 緒言

現在、ロボットや監視用カメラに全方位見渡せる視覚システムが使われ始めている。しかし、遠くに映った物体を拡大するときはデジタルズームを使用するので画像が劣化してしまい、物体を認識することは困難である。この問題を解決するため、全方位カメラとズームカメラを組み合わせた複合視覚システムが開発されているが、2台のカメラを使うとコストがかかり、構造、制御も複雑になる。そこで本研究では1台のカメラで全方位見渡し、なおかつ遠くの物体を劣化せずにズーム可能なミラー駆動型マルチビジョンシステム（以下ミラー駆動型 Optz）の開発を目指す。

2 ミラー駆動型 Optz の概要

全方位を撮影するには双曲面ミラーに映った像をカメラで撮影するのが一般的である。しかし、双曲面ミラーに映った像は近距離の物体はミラーの中心に映り、遠距離の物体はミラーの端に映る性質がある。カメラ、ミラーを固定したまま任意の場所にある物体をズームできず、どちらかを動かす必要がある。

そこで、本製作ではカメラを固定し、ミラーを動かして任意の場所を拡大できるようにする。カメラを固定することにより、パンチルドズームカメラなどの特殊なカメラを使用せずに済み、将来的にはシステムをより小型化できることが期待される。

3 基礎実験

事前調査として物体（ボール）の距離に応じてどの程度ミラーが動くのか実験した。実験方法はボールをカメラから 20cm 離して、20cm 間隔で 6m まで撮影し、その時のミラーの移動量を測定した。実験結果を Fig.1 に示す。結果からミラーはカメラの中心から最大 23mm 移動し、ボールからの距離が短いほど移動量が多いことが分かった。

4 ミラー駆動型 Optz の構造

ミラー駆動型 Optz の最終的な構成図を Fig.2 に示す。カメラは回転ステージに固定し、ミラーの動きと合わせて極座標形式でミラーの任意の位置で拡大できるものとする。構成図を元に作成した実験装置を Fig.3 に示す。基本構成のみでターンテーブルは作成していない。今回は、奥行き方向のサーボイングの確認を目的とした。

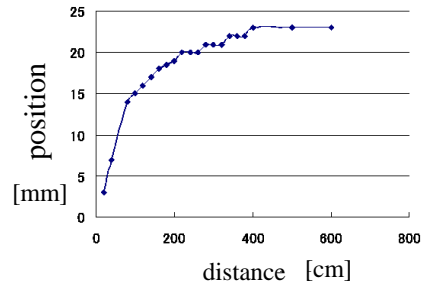


図 1 各距離によるボールの画像

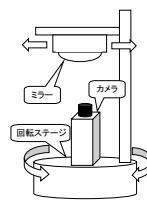


図 2 構成図



図 3 実験装置

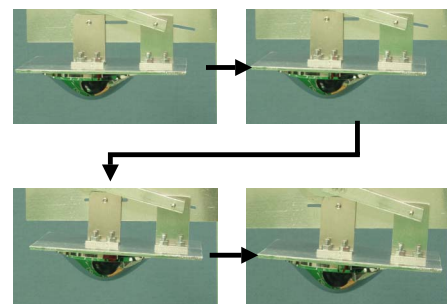


図 4 ミラーの変化

5 ミラー駆動部分の機構

双曲面ミラーは曲面で構成されているので、ズームするとコマ収差などが生じ、フォーカスが合わない時がある。これを防ぐため、Fig.4 のようにミラーが移動すると同時に斜めになるような機構を作成した。

製作した実験装置でボールがどの程度の距離まで見えるか確認したところ、5[m] までボールを認識可能であることが確認できた。

6 結言

本研究ではミラーを動かすことにより全方位画像から一部分の拡大を可能とするミラー駆動型 Optz を作成し、性能の検証を行った。

高雑音環境下での時間遅延推定のための反復相関法

ITERATIVE CROSS-CORRELATION METHOD FOR TIME DELAY ESTIMATION IN NOISY ENVIRONMENT

中村尚之
Naoyuki Nakamura

島村徹也
Tetsuya Shimamura

埼玉大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

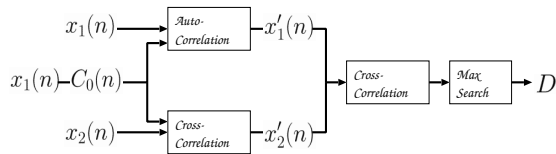


図1 提案 ICC 法のブロック図 ($I = 0$ の場合)

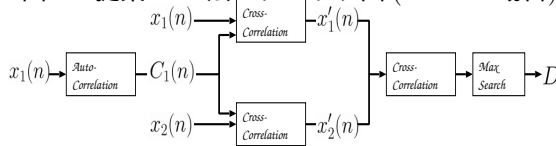


図2 提案 ICC 法のブロック図 ($I = 1$ の場合)

1 まえがき

時間遅延推定とは、以下の式 (1)(2) で表されるような、送信信号を、複数の受信機で受け取る際に、それらの距離差から生じる受信までの時間差（時間遅延）を、受信信号を比較することで推定する課題である。

$$x_1(n) = s(n) + w_1(n) \quad (1)$$

$$x_2(n) = s(n - D) + w_2(n) \quad (2)$$

$x_1(n), x_2(n)$ が受信信号, $s(n)$ が送信信号, D が生じた時間遅延量, $w_1(n), w_2(n)$ がそれぞれの通信路で付加された白色雑音を表している。本論文では、相関関数の雑音低減効果に着目し、相関関数の計算を反復する手法を提案し、実データに対してこれを検討する。

2 相関関数を利用した時間遅延推定

先の式 (1)(2) の受信信号に対して、以下の相互相関関数を用いて相関値を計算する。

$$R(m) = \sum_{n=0}^{N-m-1} x_1(n)x_2(n+m) \quad (3)$$

ここでの m はラグ, N は利用するデータ数を表している。2 受信信号は共通の信号 $s(n)$ を持ち、また付加雑音はランダム性を有するので、雑音成分は除去される。 $R(m)$ の最大値を取る m が、2 受信信号が最も高い相関を持つラグとなり、推定された遅延量となる。このような手法は、direct cross-correlation(DCC) 法と呼ばれる [1]。

本論文で提案するのは、反復相関 (Iterative Cross-Correlation(ICC)) 法である [2]。これは、2 受信信号と別の信号 $C_I(n)$ との相関を取ったものを新しい受信信

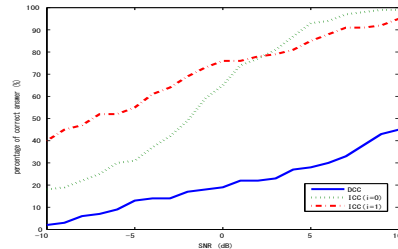


図3 実データを対象とした場合の正答率

号として扱う手法である。ここでの I は、 $C_I(n)$ の生成に際して計算した相関関数の反復回数を表す。 $C_I(m)$ と、それぞれの受信信号との相関値を新しい受信信号 $x'_1(n), x'_2(n)$ として、従来の DCC 法と同様の処理を行う。図 1,2 はそれぞれ $I = 0, 1$ としたときの提案法をブロック図で示したものである。従来法に比べ相関関数の計算回数が増えており、その分、先述の雑音低減効果が見込める。

3 計算機シミュレーション

実超音波信号を用いて、DCC 法, ICC 法 ($I = 0, 1$) の特性比較をするシミュレーション実験を行った。送信信号には、カイジョーソニック製の超音波振動子回路で生成した実データを 1/10 にダウンサンプリングしたデータを利用した。図 3 は独立施行 100 回に対する推定値の正答率を示した結果である。ICC 法は、 $I = 0$ の場合の方が $I = 1$ の場合に比べ、特に SNR が高い場合で高精度となり、安定した精度を保った。これは、実データの基本周波数が一定でないため、相関計算をしすぎると $C_I(n)$ と受信信号の周波数が一致しないからだと考えられる。図 3 は、明らかに ICC 法が DCC 法以上の推定精度を与えることを示している。

参考文献

- [1] Y.T.Chan, H.C.So and P.C.Ching, "Approximate maximum-likelihood delay estimation via orthogonal wavelet transform", Proceedings of IEEE International Symp. on Circuits and Systems, vol.4, pp.2501 - 2504, 1997.
- [2] N.Nakamura and T.Shimamura, "Indirect cross-correlation method for time delay estimation", Proceedings of RISP International Workshop on Non-linear Circuits and Signal Processing, pp.61 - 64, 2007.

コミック画像の構造化を目的としたコマ分割手法の検討

D-11 A Study on Frame Decomposition of Comic Images for Structure Analysis

原山 智重[†] 小森 吏江^{††} 中嶋 優佳[†] 小箱 亮之^{††}

Chieko HARAYAMA[†] Rieko KOMORI^{††} Yuka NAKAJIMA^{††} Akihisa KODATE^{††}

津田塾大学大学院理学研究科[†] 津田塾大学学芸学部情報数理科^{††}

Graduate School of Mathematics and Computer Science, Tsuda College[†]

Department of Mathematics and Computer Science, Faculty of Liberal Arts, Tsuda College^{††}

1. はじめに

今日、インターネット及びスキャナの普及により、Web上にてコミック閲覧が可能になっている。特に携帯電話を始めとした小型端末におけるコミック配信(携帯コミック)を利用するユーザは増加の傾向にある。しかし、小型端末の画面にコミックの1ページ全てを表示することは困難であり、コミックをコマ単位に切出し表示することで閲覧を可能にしている。またこのコマ分割の研究においても多くの手法が提案されている。しかし、複雑に配置されたコマを分割することは容易ではなく、コマの種類も豊富である。石井らの研究[1]では、コマ間に余白を含むコミック分割に関して顕著な結果を示しているが、余白を含まないコミックも多く存在しており、それらの分割は困難である。故に、各コミック画像特徴に合わせたコマ分割手法が望まれる。

本研究では、コマ間に余白のないコミック画像の分割手法を検討する。また、対話式半自動システムを作成し、コマ分割を行った。

2. コミック画像のコマ配置定義

本研究では、様々な種類のコミック画像を以下のようなコマの種類によって分類した。

- A) NORMAL 型.....基本的なコマ(図1)。コマの形は四角形であり、コマ間に余白がある。
- B) OBJECT 型.....コマの上に他のオブジェクト(キャラクター・コマ・吹き出し等)が乗っているコマ(図2)。
- C) LINE 型.....コマの境界線に余白が含まれていないコマ(図3)。コマの形は四角形。
- D) POLYGON 型.....コマの形が四角形ではないコマ(図4)。
- E) DIM 型.....コマの境界線が曖昧なコマ(図5)。



<図1. NORMAL 型> <図2. OBJECT 型> <図3. LINE 型>



<図4. POLYGON 型> <図5. DIM 型>

3. 検討手法

3-1. コーナー検出

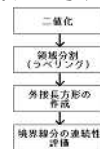
コーナー検出とは、画像の特徴点、または角を検出する手法である。画像中の任意の画素 (x, y) における画素値を $I(x, y)$ としたとき、以下の(1)式のように定義される。

$$A = \sum_u \sum_v w(u, v) \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix} \dots\dots (1)$$

検出された特徴点がコマ枠線上に存在するとし評価を行う。

3-2. 外接長方形分割

外接長方形分割とは、コミック画像に領域分割処理を行い、各領域を囲む四角形(外接長方形)同士の辺の連続性を求めて評価する手法である。以下に処理の流れを示す(図6, 7)。



<図6 処理の流れ(1)> <図7 処理の流れ(2)>

4. 実行結果

検討手法を用いたコマ分割結果は以下のように表示される(図8参照)。検討手法によりコマ分割線分を表示し、分割線として正しければ分割を実行する。分割された結果はコマ毎に画像が保存される。



<図8 実行結果例>

5. おわりに

様々な種類のコミックに対するコマ分割手法について検討した。今後の課題としては、コミック画像特徴をより把握した自動分割手法の提案が挙げられる。また、開発したツールはコマ割手法の評価のためのテストデータ作成ツールとして活用していきたい。

参考文献

[1] 石井大祐, 河村圭, 渡辺裕, “コミックのコマ分割処理に関する一検討”, 信学論 D, vol. J90-D, no. 7, pp. 1667-1670, July 2007.

C-3 VPH グレーティングを用いた VPH グリズムの作製と月の分光観測への応用に関する研究

Research on Fabrication of VPH Grisms using Refractive Index Modulation Gratings and Its Application to Moon Observation

福本里紗 岡田和希子 遠島未希 中嶋薫 小館香椎子
 Risa FUKUMOTO Akiko OKADA Miki TOSHIMA Kaoru NAKAJIMA Kashiko KODATE
 日本女子大学理学部
 Faculty of Science, Japan Women's University

1. はじめに

天体の分光観測用素子の1つとしてVPH (Volume Phase Holographic)グリズムがある。VPHグリズムは図1に示すように、VPH グレーティングを2つのプリズムで挟んだ構造になっている。ブラッグ条件 $2nd\sin\theta_B = m\lambda$ (n :記録材料の屈折率 d :格子周期 θ_B :ブラッグ角 m :回折次数 λ :入射波長)を満たす条件で波長 λ の光を入射したとき1次回折光を高効率で直進させることができるため、微光天体の分光観測に有効である[1]。我々は月の観測を行うために、測定に必要な分光素子の分解能と回折効率をふまえ、厳密結合波解析(RCWA)に基づく数値計算によりVPH グレーティングの周期、記録材料の膜厚および屈折率変調量の最適化を行った。本稿では、算出した条件をもとに、高効率・高分解能なVPH グレーティングの作製に成功した。さらに、高性能なVPHグリズムにして月の観測を行ったので報告する。

2. VPH グリズムの作製

2枚のガラス基板の間に液状フォトリソレジストを挟んで作製した乾板に、光源にNd:YVO₄レーザー($\lambda=532\text{nm}$)を使用して2光束干渉露光により干渉縞を記録し(図2)、UV露光により記録材料を硬化させ、VPH グレーティングを作製した。露光時はいずれも照射光の均一性に注意し、VPH グレーティングの波面の均一化を図った。さらに、UV硬化樹脂を用いてプリズムと貼り合わせることによってVPHグリズムを完成させた。作製したVPHグリズムは格子周期 $1\mu\text{m}$ 、膜厚 $11\mu\text{m}$ 、屈折率変調量0.03、サイズ $50\times 50\text{mm}^2$ 、分解能489、回折効率79.0%、透過波面精度 0.063λ であった。

3. VPH グリズムを用いた月の分光観測

天体からの光を分光観測することで天体の構成物質、温度・圧力、速度などがわかる。作製したVPHグリズムを用いて本校の天体望遠鏡Parksにより月の分光観測を行い、スペクトルの解析結果から月の構成元素を調べた。CCDカメラによって得られたスペクトル画像を解析ソフト・マカリにより解析し、図3に示すような波長に対する光強度のグラフを作成した。月は太陽光を反射しているため、可視光の領域では月のスペクトルは太陽のスペクトルとほぼ同じものになるが、図3のグラフを見てもわかるように、特定波長において吸収が見られた。今回の観測では、太陽の代表的な吸収線である水素の吸収線スペクトルH α 線($\lambda=656.3\text{nm}$)とナトリウムの吸収線スペクトルD線($\lambda=589.3\text{nm}$)を確認した。また、大気吸収線スペクトルO₂線($\lambda=687.0\text{nm}$)およびH₂O、O₂線($\lambda=633.0\text{nm}$)の観測にも成功した[2]。

4. まとめ

RCWAに基づく数値計算によりVPH グレーティングの設計条件の最適化を検討した。波長 532nm の光源を用いて2光束干渉露光法により作製し、VPHグリズムを完成させた。このVPHグリズムを用いて月の分光観測を行った結果、月によって反射された太陽のスペクトルを得た。また、スペクトルの解析結果から太陽の吸収線スペクトルを確認した。なお、本研究は学園祭における3年次の自由研究として行ったものである。

【謝辞】本研究を進めるにあたり、ご協力頂きました名古屋大学の海老塚昇氏に感謝いたします。

Ref. [1] K. Nakajima, et al., Opt. Rev, 14, 201-207(2007).

[2] The Solar Spectrum (http://www.oao.nao.ac.jp/stockroom/extra_content/sun/sun.htm)

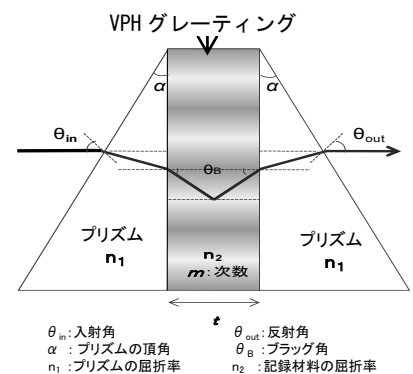


図1 VPH グリズム

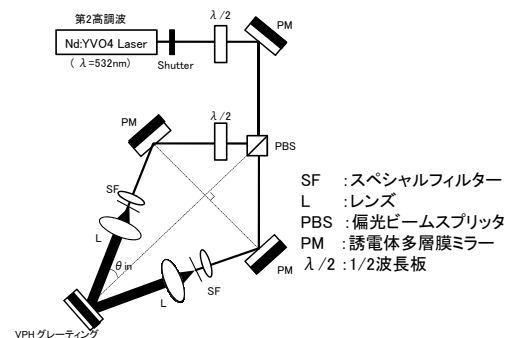


図2 2光束干渉露光光学系

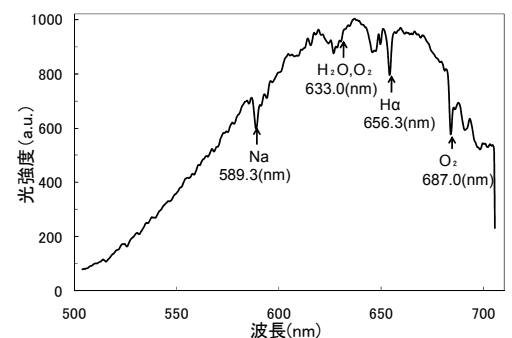


図3 月のスペクトル解析結果

WDM ネットワークにおけるホップ数に応じて 波長変換器を用いる光パス設定方式の性能評価

Performance Evaluation for An Optical Wavelength Path Establishment Scheme
with Wavelength Converters Based on Number of Hops in WDM Networks

B - 6

宮城裕次† Yuji MIYAGI 伊藤潤‡ Jun ITO 山口実靖† Saneyasu YAMAGUCHI 浅谷耕一†† Koichi ASATANI

†工学院大学 ‡工学院大学大学院

†Kogakuin University ‡Graduate School of Electrical and Electronic Eng., Kogakuin University

1. はじめに

WDM(Wavelength Division Multiplexing)技術は大容量かつ広帯域伝送を実現するため将来の基幹網として着目されている。しかしWDMネットワークでは、送受信ノード間で同一波長を確保出来ない場合は棄却され、高速な光パス設定は困難となる。そこで波長変換器を設置することで、棄却率低減が可能である。しかし、波長変換器の設置コストは高価である。よって、出来るだけ少ない波長変換器で低い棄却率を実現することが望まれる。

そこで本稿では、棄却率低減に効果的な波長変換器の配置方法を提案する。

2. WDM ネットワークにおける研究

WDM ネットワークにおける研究には ODA(Overlap-Degree Aware Routing)方式[1]や、ホップ数に応じて波長変換器を用いる光パス設定方式[2]がある。ODA 方式は、複数の光パス設定要求が発生した際に各要求の送信・宛先ノードペアのとの候補経路をネットワーク全体に分散することで、光パス設定時における棄却率を低減する方式である。

また、ホップ数に応じて波長変換器を用いる光パス設定方式は、ホップ数の多い光パス設定要求に対して優先的に波長変換器を適用することで、棄却率の低減を実現している。

これらの研究の性能評価において波長変換器は、ネットワーク上に均等に配置するように設定されている。しかし、棄却率が低減可能な波長変換器の配置方法については考慮されていない。

波長変換器の配置方法に着目した研究として、任意な波長に変換可能な高価な波長変換器と、変換範囲に制限のある安価な波長変換器の2つを組み合わせコストの低減を実現する波長変換器配置法がある[3]。しかし、任意な波長に変換可能な波長変換器を1つ配置するだけで棄却率低減の効果が大きい。よって任意な波長に変換可能な波長変換器のみを用いて波長変換器数を抑えた配置方法に注目する。

3. ノードの次数を考慮した波長変換器配置法

ネットワーク上に効率的に波長変換器を配置することで棄却率低減を実現する方式を提案する。提案方式のフローチャートを図1に示す。

本提案方式はまず、波長変換器を配置する候補ノードとして、ネットワーク上において最も次数が多いノードを選択する。設定された波長変換器の数よりも選ばれた候補ノード数が少ない場合は、候補ノードすべてに波長変換器を配置する。

一方、候補ノード数が多い場合は、候補ノードから波長変換器を配置するノードを絞り込む必要がある。この絞り込む動作では、指標として近接中心性を用いる。近接中心性とはある特定のノードから他

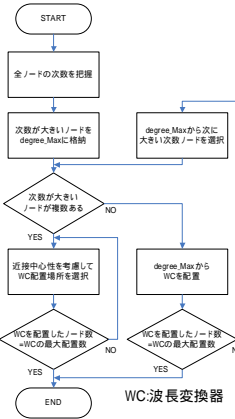


図1 提案方式の動作

表1 シミュレーションパラメータ

使用波長数	16
波長変換器数	25
平均保持時間	20.0[sec]
要求間隔	ポアソン間隔
伝送遅延	1.0[msec]
トポロジ	10×10メッシュネットワーク

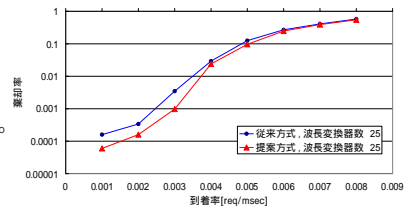


図2 到着率と棄却率

のすべてのノードに到達する最短距離の平均である。そして最も近接中心性が高い候補ノードから波長変換器を配置するノードに決定していき、波長変換器の配置可能数に達するとアルゴリズムは終了する。

4. シミュレーション評価

提案方式の性能評価をシミュレーションにより行った。比較対象は提案方式と波長変換器の配置方法をランダムに選択した方式である。シミュレーションパラメータを表1、シミュレーション結果を図2に示す。棄却率は、シミュレーションを5回実行したうちの平均値を採用した。

図2より、提案方式の方が全到着率に対して従来方式よりも棄却率を低減できていることがわかる。特に、到着率が0.001のときにおいて、棄却率を約60%低減できていることを確認した。

5. おわりに

本稿では、波長変換器をネットワーク上に効率的に配置することで棄却率を低減する方式を提案した。また、シミュレーション評価により、提案方式が、波長変換器をランダムで配置する従来方式よりも棄却率が低減できていることを確認した。

参考文献

- [1] T. Matsumoto, T. Takenaka, "Overlap-Degree Aware Routing in All-Optical Networks," IEEE GLOBECOM2006.
- [2] 齊田哲也, 永井慎介, 伊藤潤, 山口実靖, 浅谷耕一, "WDM ネットワークにおけるホップ数に応じて波長変換を行う光パス設定の提案と性能評価," 信学技報, IA2008-19, Jul. 2008.
- [3] 福島行信, 原井洋明, 荒川伸一, 村田正幸, "オーバーレイ型光パスネットワークにおける波長変換器配置に関する検討," 信学技報, IN2005-90, Oct. 2005.

大規模三角 Toeplitz 連立一次方程式の高速解法とその応用

D-3

Fast Algorithm for Large Scale Triangular Toeplitz Systems and Its Applications

安村 修一^{*1}

Shuichi YASUMURA

^{*1} 法政大学 工学部

Faculty of Engineering, Hosei University

李 磊^{*2}

Lei Li

^{*2} 法政大学

Hosei University

1. はじめに

Toeplitz 行列は工学的な応用上有用な行列であり、この行列を係数とする連立一次方程式の解を効率よく求めることは重要であると言える。

本研究では、参考文献[1]の三角 Toeplitz 連立一次方程式の解と逆行列を $O(n \log_2 n)$ でも求めることのできる高速解法の性能評価を行う。また、そのアルゴリズムを Gauss-Seidel 法に適用し、高速に Toeplitz 連立一次方程式を解く方法を提案する。

2. Toeplitz 行列

n 次 Toeplitz 行列 A は以下の行列である。

$$A = \begin{pmatrix} a_0 & a_{-1} & a_{-2} & \cdots & a_{-n+1} \\ a_1 & a_0 & a_{-1} & \cdots & \vdots \\ a_2 & a_1 & a_0 & \ddots & a_{-2} \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & a_{-1} \\ a_{n-1} & \cdots & a_2 & a_1 & a_0 \end{pmatrix}, a_0 \neq 0 \quad (2-1)$$

ここで a_{-k} , $k=1 \cdots n-1$ なら下三角 Toeplitz 行列と呼ばれる。

3. 三角 Toeplitz 連立一次方程式の高速解法

3.1 定理

$n=2k$ とし、 n 次三角 Toeplitz 連立一次方程式 $Ax=b$ が与えられた時、 A , b を以下のように分割する。

$$A = \begin{pmatrix} A_1 & O \\ A_2 & A_1 \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} \quad (3-1)$$

A_1 , A_2 はそれぞれ 2^{k-1} 次三角 Toeplitz、一般 Toeplitz 行列、 b_1 , b_2 は 2^{k-1} 次のベクトルになる。

このとき、逆行列は以下の式で求まる。

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} A_1^{-1} & O \\ -A_1^{-1}A_2A_1^{-1} & A_1^{-1} \end{pmatrix} \quad (3-2)$$

(3-1),(3-2)より、解は以下の式で求まる。

$$x = \begin{pmatrix} x_1 \\ -A_1^{-1}(A_2x_1 - b_2) \end{pmatrix}, x_1 = A_1^{-1}b_1 \quad (3-3)$$

(3-3)式を再帰的に呼び出し、Toeplitz 行列とベクトルの積を高速フーリエ変換 (FFT) で計算することによって、方程式の解および逆行列は $O(n \log_2 n)$ で求めることができる。

3.2 性能評価

三角 Toeplitz 行列 A を乱数、 $\exp(-k)$, $\cos \theta$ の3種類で生成し、厳密解が1になるように b を設定する。

このときの計算時間と精度を計測する。また比較手法に前進代入で解く手法 $O(n^2)$ を使う。

表 1: 計算時間 (平均) [秒]

次数	前進代入	高速解法
8,192	0.125	0.015
16,384	0.546	0.031
32,768	2.210	0.047
65,536	8.469	0.094

3.3 考察

$O(n^2)$ の手法では次数が大きくなるにしたがって計算時間が指数的に増大していくのに対して、高速解法は緩やか(ほぼ線形的)にしか増大せず、大規模な問題でも高速に解を求めることが出来た。

誤差に関しては高速解法は $O(n^2)$ の手法に比べて若干劣っていたが、安定的に解を求められた。誤差が増大する原因は FFT を使った畳み込み時の丸め誤差の影響であると考えられる。

4. 応用 (Gauss-Seidel 法への適用)

A を下三角 Toeplitz 行列 L と上三角 Toeplitz 行列に分けたとき、Gauss-Seidel 法の反復式は以下になる。

$$x_{k+1} = L^{-1}(b - Ux_k) \quad (4-1)$$

ここで L^{-1} を高速解法で求めることによって、1反復あたりの計算量は $3O(n \log_2 n)$ 程度であり、通常の Gauss-Seidel 法で解くより高速に解を求めることが出来る。

また、参考文献[2]の(I+S)型、(I+R)型前処理 P を適用すると、 PA , Pb , x を以下のように分割できる。

$$PAx = Pb$$

$$PA = \begin{pmatrix} L'+U' & a_1 \\ a_2 & a_n \end{pmatrix}, Pb = \begin{pmatrix} b'_1 \\ b'_n \end{pmatrix}, x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_n \end{pmatrix} \quad (4-2)$$

ここで L' , U' は $n-1$ 次下(上)Toeplitz 行列、 a_1 , a_2^T , b'_1 , x_1 は $n-1$ 次ベクトル、 a_n , b'_n , x_n は定数(変数)である。

(4-2)式を整理すると以下の反復式が得られる。

$$x_1^{k+1} = (L')^{-1}(b'_1 - U'x_1^k - a_1x_n^k) \quad (4-3)$$

$$x_n^{k+1} = (b'_n - a_2x_1^{k+1})/a'_n$$

前処理にかかる計算量は高々 $O(n \log_2 n)$ で、1反復あたりの計算量は $4O(n \log_2 n)$ 程度である。

5. 参考文献

- [1] Z. You, L. Li, The Time Complexity of Triangular Toeplitz Systems, *Mathematica Numerica Sinica*, 9:3, pp282-285, 1987
- [4] 森本宗典, 小武守恒, 河野敏行, 仁木滉, (I+R)型前処理付 Gauss-Seidel 法, *日本応用数学会論文誌*, Vol.13, No.4, pp.439-445, 2003

人間の感性に基づく動物型ロボットのための歩容生成

Gait Generation Based on Human Feeling for Animal Type Robot

脇坂亮大¹
Akihiro Wakisaka

瀧晃司²
Koji Taki

鈴木秀和¹
Hidekazu Suzuki

¹ 東京工芸大学工学部

Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University

² 東京工芸大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Tokyo Polytechnic University

1 緒言

現在、医療の現場ではアニマルセラピーが注目されている。これは動物と触れあうことによる癒し効果や、社会性の改善などを目的として行われる治療法である。しかし、感染症や動物アレルギーなど注意が必要な点が多いため、ロボットセラピーが注目を集めている。

ロボットセラピーとは、動物の代わりにペット型ロボットを使用するロボット介在療法である。ロボットを使用するため、衛生面や動物アレルギーなどの問題も無くなるが、課題も多く残っている。外観や動きを本物らしく見せることも重要な要素の1つである。

本物らしく見せる要因の一つに、歩行動作が挙げられる。本研究では、本物の動物の歩行動作を参考に脚軌道を生成し、遺伝的アルゴリズム (GA) を用いてバランス補正を行っている。本報告では、AIBO 自身が周囲の環境を認識し、自ら最適な歩行動作を学ぶことを目的とする。

2 脚軌道生成

本研究では、動物の歩容は効率よく推進力を生み出すことができる歩容であると仮定し、脚軌道の生成を行った。まず、脚単体における推進力に着目し、犬の歩容を規範として大きな推進力を発生する脚軌道を GA で探索する。推進力の評価方法は、AIBO を台座に乗せ脚を一度動かす、評価ボードを蹴り出させた。そして、この時の評価ボードの移動距離を評価値として世代交代を繰り返し、最も評価が高かった脚軌道をパラメータとして決定した。

3 人間の感性に基づく歩容の生成

推進力実験で生成した脚軌道に、動物学における動物の歩容分類 (クロールからトロット) を適用し歩容を生成した。また、生成された歩容のデューティ比 (各脚の接地率) と周期 (動いた脚が元の位置に戻る時間) を変え、デューティ比 5 パターンと歩容 5 パターンの計 25 パターンで歩容を生成した。そして、人間の感性を取り入れるためにアンケートを行い、その中で動物らしく見える歩容を選択した。

生成した歩容は、台座上ではアンケート通り動物らしく見えたが、地面で歩かせたところ全く別の歩容となってしまう、うまく前に進まなかった。これは、台座の上に AIBO を乗せた状態で実験を行っていたため、複雑に動的干渉が発生する状況である地面での歩行に適應できていないためと考えられる。

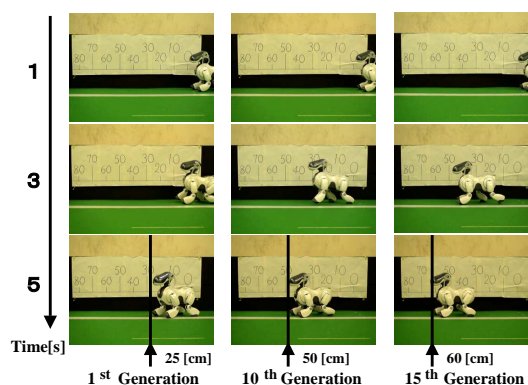


図1 世代別の歩容

4 地面での歩容学習

アンケートで選択した歩容をベースとし、地面に適應させるため GA を用いて再度最適化を行った。各パラメータを $\pm 8^\circ$ の範囲で補正し、歩行距離を評価値として世代交代を繰り返していき、AIBO を壁に向かって歩かせ、鼻先の赤外線センサで取得した歩行前と歩行後の壁との距離を比較し、評価値を判断する。

歩容学習の様子を Fig. 1 に示す。1 世代目では斜めに歩いてしまいあまり前に進まず、動物らしくもなかった。しかし、世代を重ねるごとに歩行動作が安定してまっすぐに歩くようになり、15 世代目では動物らしさを保ったまま 60[cm] ほど歩かせることができた。

5 結言

本報告では四脚歩行ロボット AIBO を用い動物的な歩容の生成を試みた。犬の歩行を規範とし、さらに未知の中間軌道を GA により最適化することで脚単体の軌道を生成した。そして、人間の感性を取り入れるためにアンケートを行い、その結果が良いものをベースに GA を用いてさらに最適化した。これにより、動物らしさを保ったまま前に歩かせることに成功した。

しかし、左右の脚の切り替え時に多少の振動が見られた。これは、歩容の評価にバランスが含まれていないため、重心移動がスムーズに行われないことが原因と考えられる。そこで今後の課題として GA の評価にバランスを加えることで、さらに安定した歩容生成を目指す。

参考文献

- [1] H. Suzuki, H. Nishi, "Animal Gait Generation Based on Human Feeling for Quadrupedal Robot", International Journal of Innovative Computing, Information and Control, Vol. 4, No. 12, pp. 3341-3348, 2008.

非線形合成帯域による高分解能測距方式の提案

B-2

Proposal of high-resolution evaluation method by nonlinear synthetic band

渡辺 優人 稲葉 敬之
Masato Watanabe Takayuki Inaba
電気通信大学 電子工学科

The University of Electro-Communications Electronic Engineering dep.

1. まえがき

近年、高度道路情報システム ITS (Intelligent Transport System) においてミリ波車載レーダをセンサとした衝突予防技術の研究が進められている。現在、車載レーダには低速の信号処理で高距離分解能が得られる FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) 方式が多く採用されている。一方、パルス圧縮方式は高速の相関処理を必要とし、高距離分解能を実現するが広帯域受信系を要求する。これに対し、中程度の帯域幅をもったパルス圧縮波を非線形周波数ステップさせることによって、狭受信機帯域幅にて高距離分解能を実現し、ウェイトを乗じるのとは異なり受信電力の損失なく距離ピークサイドローブ (PSL) 低減する Nonlinear Synthetic Wideband Waveforms (NL-SWW) [1] が提案されている。本稿では NL-SWW 法にパルスドップラフィルタによるドップラ周波数推定・補正処理 [2] を組み合わせた多周波 NL-SWW を提案する。

2. 提案する多周波 NL-SWW

提案する多周波 NL-SWW は、サブパルス(帯域 b の LFM 変調波)の非線形周波数ステップさせる図 1 のような送信周波数シーケンスを用いる。

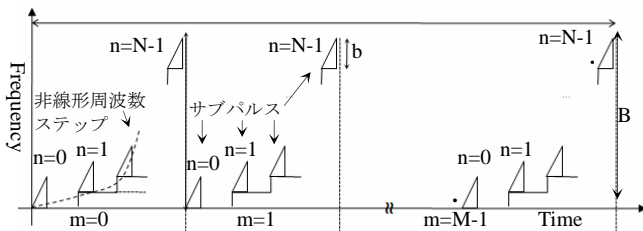


図 1: 多周波 NL-SWW の送信周波数シーケンス

次に多周波 NL-SWW における計測信号モデルは、

$$x(n,m) = \exp \left[2\pi j \left\{ \left(\frac{\mu}{2} \right) t_p^2 - \left(\frac{2R}{c} dF_n + \frac{2vf}{c} T_{PRI} \right) \cdot n - \left(\frac{2vf}{c} N \cdot T_{PRI} \right) \cdot m \right\} \right] \dots (1)$$

と書かれる。尚、 t_p : サブパルス幅、 $\mu (=b/t_p)$: LFM スロープである。

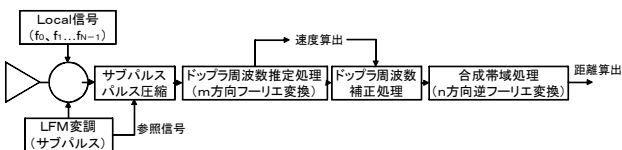


図 2: 多周波 NL-SWW 信号処理ブロック図

提案法では式(1)、各サブパルス計測信号をパルス圧縮後、図 2 に示すように各 n に対する m 方向のサンプリング信号に対してフーリエ変換を行う。

$$F(n,k) = \sum_{m=0}^{M-1} G(n,m) \cdot \exp \left[-2\pi j \left(\frac{m}{M} k \right) \right] \dots (2)$$

ここで $k(=0,1\dots M-1)$ は周波数チャンネル番号、 $G(n,m)$ はパルス圧縮後の信号である。式(2)の出力振幅がピークとなる周波数チャンネル番号 k_{peak} を検出することにより、目標相対速度が得られる。式(1)より、 n 方向サンプリングの信号の周波数は目標距離と相対速度の関数であり、得られたドップラ周波数をもとに補正処理を行う。

$$X(n, k_{peak}) = F(n, k_{peak}) \cdot \exp \left[2\pi j \left(\frac{k_{peak}}{M \cdot N} n \right) \right] \dots (3)$$

この信号に対して、以下に示す n 方向に逆フーリエ変換により合成帯域処理を行う。

$$P(l) = \frac{1}{N_r} \sum_{n=0}^{N-1} X(n) \cdot \exp \left(2\pi j \left(\frac{2}{c} \cdot \frac{l}{N_r} \right) \cdot dF_n \right) \dots (4)$$

3. 距離 PSL の低減効果と距離分解能

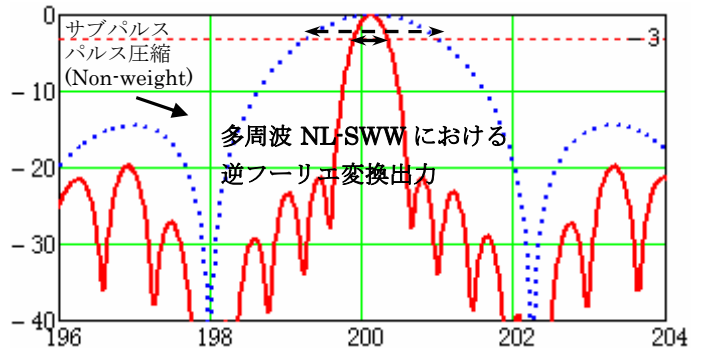


図 3: 逆フーリエ変換出力の一例

図 3 に示すのは車載レーダ向けのレーダパラメータを用いた場合の逆フーリエ変換出力である。非線形周波数ステップによって受信機帯域幅はサブパルス帯域幅 b のみを必要とし、同じ受信機帯域幅でありながら非線形合成帯域 ($B=360\text{MHz}$) によりサブパルス ($b=80\text{MHz}$) と比較して、約 4.5 倍の距離分解能を実現した。さらに線形周波数ステップの理論値 (-13.2dB) と比べて、-9dB の距離 PSL 低減効果を発揮した。

4. むすびに

本稿では、ドップラ周波数補償と低距離 PSL を備え、狭受信機帯域にて高距離分解能を実現する多周波 NL-SWW を提案した。

参考文献

[1] Rabideau, D.J. "Nonlinear Synthetic Wideband Waveforms" IEEE radar conference, Long Beach CA, ETATS-UNIS, pp. 212-219, 22/04/2002
[2] 稲葉敬之, "多周波ステップ ICW レーダによる多目標分離法", 電子情報通信学会論文誌(B), vol.J89-BNo.3, pp.373-383, Mar.2006.

見学会 A 感想文

日本電気株式会社

見学会 A 幹事校 埼玉大学 山崎 直人

この度平成 21 年 9 月 3 日、電子情報通信学会学生会 見学会 A の企画として日本電気株式会社様の NEC ブロードバンドソリューションセンターを見学いたしました。NEC ブロードバンドソリューションセンターは企業向けソリューションのショールーム・実践の場であり、最新のソリューションを体験していただき、お客様のイノベーションを共に考える場を目指しています。展示テーマは、サービス改革、コスト改革、リスク管理の 3 つのテーマで行っています。

通信・情報分野を専攻している学生に対し、研究者・社会人になるに当たって、将来のビジョンを持つための助けになっていただければと思います、日本電気株式会社様に見学会を依頼し、見学の機会を設けていただきました。今回の見学会ではサービス改革の中から、ネットサービス・ユビキタスサービス、コスト改革の中から、IT 最適化に関するブースを紹介していただきました。

ネットサービスのブースでは、VOD サービスやアクセスネットワークなどのサービスを用いた IPTV ソリューションなどについてデモンストラーションをしながら紹介していただきました。自宅にいながらテレビ一つで様々な事が同時に行える事にとっても驚きました。

ユビキタスサービスのブースでは、赤外線を用



センター内フロントにて

いた携帯向け情報提供システムを紹介していただきました。

IT 最適化のブースでは、SaaS 基盤サービス、エコドライブと車両管理に関するサービスについて紹介していただきました。SaaS と専用車載機を用いる事により車載機からの走行情報を SaaS センターで一括管理し、ユーザには Web から燃費・運転挙動情報などを提供するサービスです。現在地球環境に優しい自動車に多くの注目が集まる中、ただ環境に優しいだけでなくドライバーにも優しいサービスを実現する事が重要になってきていることを感じる事ができました。

また、ブースの他にもフリーアドレス、ペーパーレス、離れた会社で仕事をしている方も打ち合わせがリアルタイムでできるハイビジョン TV を導入したリファレンスオフィスの見学や、パーソナルロボット PaPeRo と実際に触れあえる機会も設けていただきました。

見学会全体を通じ、現在の社会には利便性・環境性に優れたサービスのニーズが特に高まっている事を感じました。参加した学生さん達の中には紹介していただいたソリューションに関連する分野の研究を行っている方も多く、普段と異なったものの見方ができた大変満足されておりました。また、参加者全員が非常に熱心に説明を聞いておられ、見学会を通し、最新のソリューションに興味を持って、将来実現するユビキタス社会の一部分を肌で感じる事ができ、とてもよかったとの感想をいただきました。

約 2 時間という短い時間でしたが、とても興味深く、分かりやすい説明をしていただけたので、参加者の皆様も満足されておりました。

私は見学会などを開催するのが初めてで、慣れないところもありましたが、非常に良い経験をさせていただけました。ありがとうございました。

見学会 B 感想文

株式会社 NTT データ見学会

見学会 B 幹事校 千葉工業大学 小山田 夏季

この度平成 21 年 9 月 18 日（金）、電子情報通信学会学生会 見学会 B の企画で株式会社 NTT データ INFORIUM を見学しました。今回、見学会を依頼した理由として、研究者として自分自身の研究を俯瞰（ふかん）し社会的・科学的に広い視野を持つきっかけとなる見学会を開催したいと考え株式会社 NTT データにお願いしました。

株式会社 NTT データでは、NTT データ INFORIUM という、最新のシステムやソリューション、サービスをわかりやすくご紹介していただけるショールームを提供されています。私たちは、INFORIUM で以下の内容を見学してきました。

・シアター

シアターでは、様々な分野に対応できるシステム構築力やプロジェクトマネジメント力など最近の取り組みや実績を交えながら事業内容を紹介して頂きました。

・トピックスゾーン

このゾーンでは、ユビキタス社会実現のためのキーデバイスである RFID-無線 IC タグや個人の遺伝子型情報に応じ最適な医療を実現するオーダーメイド医療支援システム、人体の表面を通じ情報を伝える通信技術である RedTacton の説明をして頂きました。

・e-ガバメントゾーン

このゾーンでは、既に実用化されているシステムや、生活で使われているシステムに追加する新しいシステムを紹介して頂きました。特にマルチペイメントネットワークが提供する次世代決済サービスである Pay-easy に私は興味を持ちました。Pay-easy は公共料金・税金・インターネットショッピング等の様々な料金を、金融機関の ATM・パソコン・携帯電話等から支払うこ



展示室

とができるサービスであり、私も普段から多々使っていることもあり、多くの質問をさせて頂きました。

今回、NTT データ INFORIUM 見学会の定員は 30 名でした。それに対して、24 名の学生が見学会に参加して頂きました。見学会に参加して頂いた学生の傾向として、全員が理系大学の学生であり、学部 3 年生と大学院 1 年生が多かったです。学部 3 年生と大学院 1 年生に今回の見学に参加した理由を聞いてみると、見学会の内容に興味があったという感想以外に、就職活動を見据えて見学会に参加したという感想も多く頂きました。

また、見学会に参加して頂いた皆様から感想を頂いたところ、全ての方から、『有意義な時間を過ごせた』、『今後の研究活動に活かすことができそう』などの、非常に満足したという声を頂き、次回の見学会も参加したいと言われていました。

私自身はこのような見学会を企画するのは、初めてであり、非常に貴重な経験をさせて頂いたと思っています。これからも、研究者と企業を繋ぐ素晴らしい機械として見学会を断続してもらいたいと思います。また、見学会の活動を通じて学生員同士の交流が深まり、広い視野をもつことができたことは、研究活動への意欲に繋がる素晴らしい機会だったと感じています。

講演会 A 感想文

新世代を切り拓く「科学技術」

— 安心・安全な社会のために —

講師：小舘 香椎子名誉教授，渡邊 恵理子客員講師（日本女子大学）

山田 明教授（東京工業大学），

幹事校：日本女子大学 佐々木 未来，内藤 あん奈，葛西 麻理子

開催日時：平成 21 年 11 月 28 日（土）

場所：日本女子大学目白キャンパス 新泉山館 1 階大会議室

将来に向けた安心・安全な社会は、日本が誇る先端科学技術である ICT(情報通信), BT(バイオ), NT(ナノ), ET(環境) で実現可能であると考えられている。本講演会では、ICT 分野からは光情報処理に精通していらっしゃる日本女子大学の小舘先生，渡邊先生，また，ET 分野からは太陽電池に精通していらっしゃる東京工業大学の山田先生をお招きし、「新世代を切り拓く「科学技術」— 安心・安全な社会のために —」をテーマとして講演会を開催した。参加者は学内からが 22 名，学外からが 28 名の計 50 名の参加があった。以下に，プログラムを記載する。

プログラム

- 13:00 「光情報分野の人材育成・実践力のある若手研究者・技術者の育成」
日本女子大学 小舘香椎子 先生
- 13:30 「動画認証のための超高速光サーバに関する研究」
日本女子大学 渡邊恵理子 先生
- 14:10 「光から電気を作る太陽電池の基礎と薄膜太陽電池の現状」
東京工業大学 山田明 先生
- 15:00 ポスターセッション，見学会

今回の参加者は，大学院生が中心で，就職を控えている学生も多いことから，科学技術の講演に先立ち，学会等で男女共同参画や若手研究者支援に携わっておられる，小舘先生より，将来の科学

技術を担う心構えについてご講演頂いた。講演の中で，身近な女性研究者の活躍の例や，トップとして活躍するための課題を示して頂き，また，講演会に参加して頂いた大学の先生方にも人材育成に関してご意見を頂いた。今後の研究活動に向けてよい刺激となった。

また，渡邊先生は，動画像認証を行うにあたり，現状の PC の処理能力をはるかに超える，超高速光サーバの提案をされており，その研究についてご紹介頂いた。また，質疑応答の際に渡邊先生の女性若手研究者としてのこれまでの経緯や，研究に取り組む姿勢についてもお話頂き，現状に満足することなく，向上心を持って取り組む姿勢の大切さを実感した。

山田先生からは，太陽電池の基礎から，最新動向，また実際に使われている例までとても分かりやすくお話頂き，アンケートからも“太陽電池の話が興味深かったです”等，多くの反響を頂いた。また，ご講演以外でも研究に対する姿勢や，学生時代の重要性等，我々学生に対する熱いお言葉に大変勇気づけられた。

講演の後に新しい試みとして，ポスターセッションと見学会を開催した。ポスターセッションでは 4 大学 7 研究室から計 15 件の発表があり，学生同士ではじっくりとディスカッションが行え，また先生方にもしっかりとコメントを頂いたとの感想があった。急遽開催した見学会にも 13 人の参加があり，クリーンルームや渡邊先生のご講演にもあった光関連システムの光学系等の実験

装置実際に見学して頂いた。

回収したアンケートより、異分野の内容ではあったが、非常に興味深く聴講することができた、先生方の教育に関する意見が伺えて良かったという、満足の行く内容だったという回答が多かった。意見として、もう少し講演者数を増やして欲しいという内容もあり、これに関しては次回の講演会テーマと併せて検討したいと思う。

実際に講演会の企画から準備までを学生のみで行うことにより、開催に関して優先的に決めるべき事、また参加者の集め方等、これらの経験から多くのことを学ばせて頂き、このような機会を頂いた事を大変ありがたく思う。

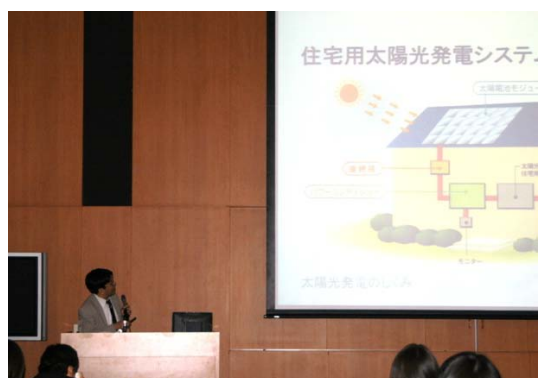
最後になりますが、ご多忙の中ご講演いただいた小館先生、渡邊先生、山田先生に厚く御礼申し上げます。また、本講演会開催にあたりご協力いただいた日本女子大学 小川先生、事務局の皆様、学生会役員の皆様に深く感謝いたします。



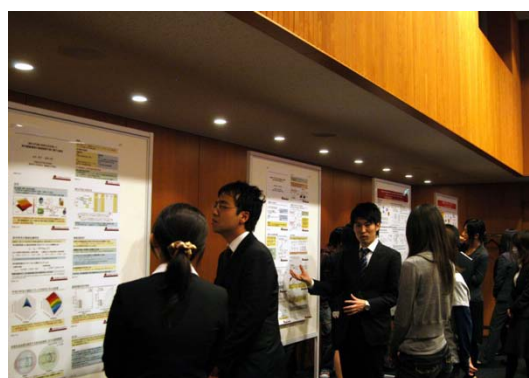
小館香椎子先生のご講演風景



渡邊恵理子先生のご講演風景



山田明先生のご講演風景



ポスターセッションの風景

講演会 B 感想文

ロボットによる月惑星探査

講師：國井康晴 准教授（中央大学）

講演会 B 幹事校 中央大学 今泉 大智

この度平成 21 年 11 月 25 日、電子情報通信学会学生会 講演会 B の企画として「ロボットによる月惑星探査」という題で中央大学國井康晴准教授に講演をして頂きました。國井准教授は中央大学理工学部電気電子情報通信工学科の准教授であり、研究内容は惑星探査ロボットです。國井研究室では JAXA・明治大学と共同研究でマイクロローバというロボットを開発したそうです。

國井准教授は日本ロボット学会 Dreamy Robotics 研究専門委員会委員、電気学会インテリジェントシステム共同研究委員会幹事、日本機械学会インテリジェントメカトロニクス共同研究委員会委員等で学会活動をされてきました。電子情報通信学会での活動はないそうですが電子情報通信学会の方にも非常に興味を持っていただける研究内容だと思い、今回の講演をお願いしました。

講演は午後 4 時半から和やかな雰囲気で行われました。最初は知能ロボットの定義から始まりました。今回講演に当たっては國井先生に学部学生でも分かる程度の内容にして頂きたいとお願いしましたので専門の方には一部物足りない部分があったかもしれません。ロボットの歴史、ロボットの知能化の話はロボット工学に全く無知な私にも非常に楽しく聞ける事が出来ました。

講演の時間の半分を過ぎたくらいから今回のテーマの惑星探査ロボットに話が移りました。宇宙開発と探査用ロボットの歴史や NASA が火星に送り込んだロボットと日本でのロボット研究との違いなど現在の宇宙ロボットの研究動向について話して頂きました。

その中で日本の宇宙開発において科学と工学で目的への立場が違っていると指摘をされていました。科学の分野では惑星を探索してくる等の最終目的が定まっているのに対して工学の立場では何を開発するのが最終目的なのか定まっていなくて研究として今後予算の獲得などで難しくなるのではないかと熱く語られていたのが印象的でした。

最後に先生自身の研究内容についてのお話もされました。最も力を入れてやっている研究分野は専門用語でテレメトリ(遠隔計測)というそうです。テレメトリにはロボットの制御なども含まれ、惑星探査ロボットの制御などで独自の研究をしているそうです。

講演は質問タイムを経て無事終了しましたが講演会に参加された方が終了後も國井先生と熱心に話されていたので幹事をやらせて頂いた私たちも非常に気持ちよく講演会を終えることが出来ました。

最後になりますが講演会の段取りまでの私たちのミスで告知が短期間であった点や他にも見えない形の反省すべき点が多々ありましたがこの反省を今後活かしていこうと思いますのでご容赦いただけるようお願いいたします。

平成 21 年度東京支部学生会事業

幹事校 (委員長) 東京農工大
副幹事校 (副委員長) 電通大
担当校 (幹事) 日本女子大, 明治大, 中大, 防大, 埼玉大, 東大, 千葉工大, 東工大,
茨城大, 上智大, 日大, 都立高専

講演会 A (担当校: 日本女子大, 明治大)

題 目 新世代を切り拓く「科学技術」—安心・安全な社会のために—

講 師 小館香椎子 氏, 渡邊恵理子 氏 (日本女子大), 山田明 氏 (東工大)

日 時 平成 21 年 11 月 28 日 13:00~16:00

会 場 日本女子大学 目白キャンパス

講演会 B (担当校: 中大, 防大)

題 目 ロボットによる月惑星探査

講 師 國井康晴 氏 (中大)

日 時 平成 21 年 11 月 25 日 16:30~17:00

会 場 中央大学理工学部 後楽園キャンパス

見学会 A (担当校: 埼玉大, 東大)

見学先 NEC ブロードバンドソリューションセンター

日 時 平成 21 年 9 月 3 日 13:00~15:00

見学会 B (担当校: 千葉工大, 東工大)

見学先 NTT データ INFORIUM

日 時 平成 21 年 9 月 18 日 13:00~14:30

学生会報 (第 15 号) (担当校: 茨城大, 上智大)

A4 版, 57 ページ, 発行部数 600 部

特集テーマ 省エネ・エコ技術

学生会研究発表会 (第 15 回) 実施予定 (担当校: 日大, 都立高専)

日 時 平成 22 年 3 月 13 日

会 場 東京電機大学 神田キャンパス



平成 21 年 12 月 5 日 第 3 回学生会役員会にて撮影

編集後記

本年度、茨城大学は、学生会報の幹事として編集を担当致しました。私は 2 年目の参加で、学生会報の幹事を担当させていただき、とてもよい経験となりました。昨年度からの引き継ぎがよかったため、今年度のスケジュールや役割分担がスムーズにでき、非力ながら一年間を何とか乗り切ることができました。

本年度の特殊記事のテーマは、「省エネ・エコ技術」と致しました。近年、省エネ・エコ・環境というキーワードに触れる機会が多くなっています。2009 年 9 月には国連気候変動首脳会合にて 2020 年までに 1990 年比で 25%削減の野心的な目標が掲げられ、国際的にも注目度の高い話題となっております。このような社会的問題として取り上げられているテーマに対し、それに関係する技術についての解説や研究内容を紹介することが、電子情報通信学会に加入する学生の知識として重要であると考え、問題について考えるきっかけとして、「省エネ・エコ技術」をテーマとする特集を掲載いたしました。

また、今年度は、私が実行委員を務める IEEE Tokyo Young Researchers Workshop と共催することができました。12 月に東工大で開催されたワークショップは、例年にないほど盛況で、「異分野コミュニケーション」というテーマに即して、学生間の交流が活発に行われました。これは、学生会役員の方々に広報活動に協力していただき、知名度が大きく向上したためだと思っております。

最後になりましたが、今回の特集は難しいテーマだったと思いますが、お忙しい中、快く執筆に協力していただいた、高橋広考氏、竜田藤男先生、松尾真人氏、宮武昌史先生に、心より感謝いたします。また、会報の発行、IEEE ワークショップとの共催関係では、学生会役員の方々に、学会事務局の方々にお世話になりながら、大きな問題もなく無事に遂行することができました。一年を通して、学生会報を作り上げることができたのは、前幹事の河野さん、副幹事の佐藤さん、学生会報担当の方々の協力によるところが大きかったと思っております。

ここに、厚く感謝いたします。ありがとうございました。

池田 一樹

平成 22 年 3 月 1 日発行

編集：池田一樹 鈴木亨（所属：茨城大学）

発行 社団法人電子情報通信学会 東京支部学生会
〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内

Tel (03) 3433-6691 Fax (03) 3433-6659

E-mail: shibu@tokyo.ieice.org

<http://www.ieice.org/tokyo/>