

NaviGlasses 概念の再考

Revisit the NaviGlasses Concept

大座畑 重光†

Shigemitsu Ohzahata

1.はじめに

NaviGlassesは今流行りのARやMRより先行しそれらを包含する概念である。1994年頃には、このような概念に対する研究分野として”実世界指向インタフェース”や”Augmented Interaction”という名称がでてきた(文献10-14)。ここでは、発想から30年近くになるこの概念を今の視点で再考する。

2. NaviGlasses概念とは何か

2.1.実世界のシーンがGUIのように-----1988年の夢

パソコンGUIで作業していて、これらのビューを構成する種々のオブジェクトの振る舞いと同一ようなことを実世界のビューを構成する現実のものに拡張できないかという素朴な考えをもったのは1988年のことである。

一見普通のめがね(NaviGlasses)のようだが、強力な計算・通信ネットワークのパワーをもつこのめがねをかけることで、そのレンズを通して歩行中の人や走行中の自動車、ビルなど実世界のものと多様なインタラクションを実現する(図1)。レンズがそのユーザの視線を正確に追跡し、実世界の何を見ているか、またレンズにディスプレイされた(今のパソコンGUIのような)仮想のオブジェクトの何に注視しているかを把握している(文献3-9,15)。

実世界のビューを構成する現実のもの(人を含む)に反応性をもたせる。そのためにはどうすれば実現可能か。その仕組み、アーキテクチャはどうあるべきかを探るためにNaviGlassesと名付けたプロジェクトを開始した。このプロジェクトの目的は実世界を対象とした人間の行動における動的な情報支援のための新しい計算・通信ネットワークの世界を創ることであり、実世界のさまざまなシーンを今のGUIとみなしてインタラクションを可能とするような、実世界をデジタル化し、革新的なインタラクションの世界を構築することである。

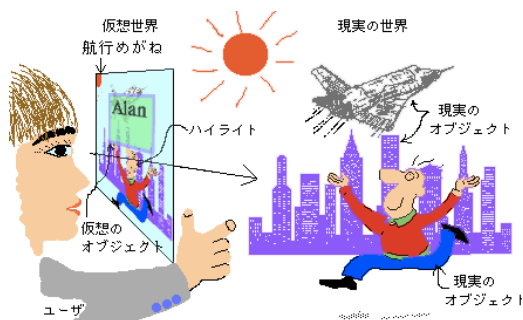


図1. NaviGlassesの原理

NaviGlassesレンズを通して、ユーザが実世界の見ず知らずの人をポイントし、その人の公開情報を得ているところ。レンズ上には「Alan」という情報が表示されている。この情報をWebなどに公開情報としてアップしている。

†元マッキンゼー・アンド・カンパニー(株)

2.2.NaviGlassesの概要

人の一生に渡って情報支援する人工のパートナーがそのユーザとペアを組んでいろいろな問題を効率よく解決できたら新しい世界が開拓できるのではないかというような漠然としたものも目的の一つにあった。

NaviGlassesは、「ナビグラス」あるいは「航行めがね」とも表記し、概念の名称として、またその概念を実現するハードウェア(人が装着するデバイス)の名称の意味でも使用する。よりパーソナルでパーソナライズが可能なシステムをめざし、未来型パーソナルコミュニケータ(メタパートナー、装着型パートナー)でもある。

“個人視野間通信”、“人の表情や動作から交信したい人を選択”、“自分の視野内の不特定多数の人との交信”、“ある制限された範囲、たとえば駅構内にいる人の名前リストを許容範囲内で表示し、その中の特定の人との交信”など、コミュニケーションに関わるニーズは数多くあるが、これらのことは現在の通信手段では極めて困難であろう(電話番号やe-mailアドレスを必要とする)。いつでもどこでも即座に情報を実時間で獲得したり検索できるような環境、システムが常に見近にあることが望ましい。そこで、われわれが長年違和感をあまり感じないで使用してきた“めがね”に大規模な計算・通信ネットワークパワーと特別なハードとソフトのシステムが埋め込まれることを想定した概念とデバイスを構想した。これは上述のようなことを可能にし、情報の海を自在に航行できるこれまでの通信手段や実世界でのコミュニケーション法を革新的に拡張する装着型パーソナルコミュニケーションメディアの一つのモデルである。

NaviGlassesの世界で特徴的な新しい機能のいくつかを以下に述べる。

- ・反応する実世界における典型的な機能として、ピックアップ機能とRAR機能がある。たとえば、ディスプレイ上のGUIでアイコン等のオブジェクトをマウスクリックして選択したり、ダブルクリックでアプリケーションを実行したりドキュメントをオープンしたり、Webページ上をマウスクリックによってハイパーリンクを辿るのと同様に、NaviGlassesレンズを通して目に映る実世界のものをGUIのオブジェクトにたとえて、視線(マウスによるポインティングに対応)と手・指によるジェスチャ(マウスクリックに対応)で種々の有用な情報を実時間で獲得・表示することを可能にする。この機能をピックアップ機能という。さらにそこでのインタラクションを可能にする。実世界のものを反応的にすることで、これまでのインタラクションを拡大することになるだろう。

- ・反応する実世界の実現法

ユーザがNaviGlassesレンズを通して見た自然界の現実のものに対してもアクセス可能とするための社会基盤として、実世界の(すべての)ものにタグ(実世界オブジェクト間コミュニケーションのための開放型プロセッサ)を添付

するという社会的な基盤を構築しなければならない。

このようなタグを以前は「NaviProcessor(航行プロセッサ)」、「TROOP(Tele Real Object Open Processorの略)」という名前で表記していたが、今風のネーミングであれば「iROOP」が適当かもしれない。ここではこの名称を使う。iROOPは外見がバーコードのシールのようにコンパクト化されたり、目にはほとんど見えない存在となって実世界のものに埋め込まれることが理想である。添付される実世界のものに関するその構造・外観を表示するためのデジタル化された設計図面、さらにそのものの知識、データ、その他の有用な情報を持ち、さらに現在の位置と時間、すなわち時空情報をもつ。

このようなタグは、従来のプロセッサに無線通信・時空管理概念が追加され、大容量記憶領域をもつ新しいプロセッサであり概念上のものである。iROOPあるいはNaviGlassesとの無線通信機能、自己位置管理機能、時間管理機能などの概念を統合したようなものである。これは今の「ビーコン」のさきがけ的アイデアと言えるかもしれない。

このインフラの元で、それら大規模数のiROOPとNaviGlassesのやりとり(協調コミュニケーション)により、矛盾なく視聴覚情報を構成しユーザに提供する。さらに種々のマルチメディア情報を提示したり、ユーザに対し様々な実世界のものから人工現実感の世界へ視聴覚的に移行させることを可能にし、そこでの自然なインタラクションを実現する。このことをRAR概念と呼んでいる。

RAR概念は「R to AR (実世界のものから人工現実の世界へ)」というような意味で、実世界のものなどをポイントしてアクセスし、人工現実の世界への視聴覚的移行を意味する。人工現実の世界とは反応型のCGだったり、Webページのハイパーリンクで辿ったような他のWebページだったりする。これらの機能は実世界における人間の日常活動・行動空間を飛躍的に拡大し、人間の生涯における様々な活動形態を著しく変化させることになるだろう。また、「実世界のすべてのものにデータの送受信可能なタグを添付する」という考え方は今IoTと言われている分野のさきがけ的なものかもしれない。

大規模数のiROOPによる協調コミュニケーションにより、ユーザのニーズに合う任意の視点による遠隔地の映像を合成し、それをユーザのNaviGlassesレンズ上に矛盾なく表示するための計算モデルを必要とする。

・実世界ハイパーリンク:RWHL(Real World Hyper Link)
実世界オブジェクトを自由自在にアクセスすることを可能にする世界を構築することは、現在のインターネット技術におけるWebページのハイパーリンクの構造を実世界シーンに適用したようなものである。実世界シーンをWebページとみても、実世界のものにiROOPを通してハイパーリンクが組み込まれていて、アクセス要求があると対応するiROOPに格納されているWebページが表示される。

・個人の視野間通信：自分が現在見ている視野画像(シーン、音データを含む)を第三者のNaviGlassesに送信しレンズ上に表示すること。すなわち一個人の視野の画像を可能な限り正確に獲得し、それを送信することで複数人で共有できるようにする。もちろん、この画像は反応型のシーンと捉えられる。ユーザが常にカメラを構えている状況を作り出している。

・ネットワーク記憶システム

メモリの使い方に関しても、大規模になったとはいえ工夫して利用しなければならない。個々のNaviGlassesがメモリ不足に陥ったとき、ネットワーク内での自由な使用を許可している記憶装置を探し出し、そこを一時的に借り、分散格納を可能にする。つまり、無線/有線ネットワーク上での記憶領域の一時的な貸し借りを実行するシステムで、この概念を「ネットワーク記憶システム」と呼んでいる(文献15など)。

・NaviGlassesからキューブへ

NaviGlassesユーザが一生を終えると、必要のないレンズなどは取り除き、NaviGlassesの形をキューブ状に変換する。それをNaviGlassesキューブと呼ぶ。これは未来のお墓、あえて立方体としているが形はなんでも良い。故人のNaviGlassesへのアクセス可能・インタラクションが可能なお墓とも言える。NaviGlassesが獲得した膨大なデータのほとんどは第三者には意味のないデータかもしれないが、故人であるそのユーザ自身にとっては意味のあるもの、またその家族にとっては意味のあるもの、友人あるいはビジネスパートナーにとっては意味のあるもの、あるいは世界の誰かにとっては意味のあるものなど、様々な視点、立場によって重要なデータが埋もれていたりする。それらのデータをコピーしたり編集して自分のNaviGlassesに取り込むことを可能とする。たくさんのNaviGlassesキューブから、一部の体験や経験データから自分のNaviGlassesを通じて学んだりすることを可能とする(文献8,15など)。

NaviGlassesがデータ・情報の獲得が行われるたびに自動的に内部データのリンクの更新がなされるような、不完全ながらもインタラクション可能な仮想的な自分が形成されるようなアーキテクチャのデザインも大きな課題である。

・NaviGlassesのハードウェア構造

NaviGlassesの理想的な外観はごく普通のめがね、あるいはコンタクトレンズのようなものとほぼ同一である。フレームは多くのプロセッサやメモリなどの超LSIで構成されている。ユーザに音声による情報提示のためのイヤホンが付加され、音声入力のためのマイクはNaviGlassesフレーム内に組み込まれている。コンタクトレンズの場合はフレームを持たないので、コンタクトレンズに一体化して埋め込むか外在化させる。

NaviGlassesレンズは、ユーザの視線をポインティングに利用したり、視野の獲得・送信に利用したりする特別な構造をしている。それは、ユーザの視線追跡のための入力機能とユーザが見ているシーン画像の入力機能、さらにディスプレイ装置としての出力機能を融合させた複雑な構造をもつ。概念的には内外に向けられた超小型のTVカメラ(MicroTVカメラ)が交互に格子状に大規模数ちりばめられているが、それでいてレンズ全体としてはシースルーであり、ディスプレイ装置でもある。この構造は、NaviGlassesがそのユーザと同一のビューを獲得するために視線上にシーン画像入力のための外向きのTVカメラを設置する必要性、さらにユーザの視線を正確に追跡するためのセンサ的機能とユーザの表情を入力する機能をもつ内側向きのTVカメラの必要性から定められた。

NaviGlassesユーザの視線が絶えず移動している中で、内側方向のMicroTVカメラが機能し、その視線上にある

一つのMicroTVカメラだけがアクティブになる。さらに、それに一番近い外側方向のMicroTVカメラが連携してアクティブになり、ユーザが目にするシーン画像を獲得・記録する。

現在においても、この NaviGlasses レンズの実現は困難であるような気がしている。今やスマホがあり、たくさんのセンサーを内蔵している。さらにそれに関連するソフトウェアライブラリも充実している。これらを用いて一部機能を実現できないか検討したい。

3.影響を受けた主な概念・研究

計算・通信ネットワークパワーがどこまでこの世界に寄与できるか。そのパワーをすべての人に自然な形で提供するには、人間にとってより身近な(intimate)存在である必要がある。NaviGlasses概念の創出に影響を受けた主な概念・研究を以下に示す。

- memex , 胡桃大のカメラ, " As We May Think " (Vannevar Bush,1945)
- Sketchpad , " The Ultimate Display " , HMD (VR:Virtual Realityの最初) (Ivan E. Sutherland,1963,1965,1968)
- Dynabook, Smalltalk(GUI, OOP)(Alan Kay, 1972,1975)
- Magic Glasses (Hans Moravec, 1988)

中でも特に大きな影響を受けたのはDynabookの概念である。「応答の速い、本くらいの大きさのパーソナルコンピュータを独自に構想した。ダイナミックな性質からDynabookと名付けられたそのコンピュータは、解像度の高いカラーディスプレイをもち、無線で世界的なコンピュータネットワークとつながっていて、単なるコンピュータとしての存在を越え、秘書であり、郵便受けであり、図書館であり、ゲームセンターであり、電話である。」(Dynabook概念, Alan Kay(Xerox PARC, 1972)) (文献1)

Dynabookの上で動作していたソフトウェアシステムSmalltalkは初のオブジェクト指向の考え方を取り入れたプログラミング環境であり、現在もSqueakという名前で、旧来の Smalltalk にグラフィックスオブジェクトの Morph概念が加わり、子供たちにもたくさん使われている。

このDynabook概念をもう一歩進めたものが次のMagic Glassesの概念になると思われる。

Dynabookのもつ携帯性を維持したまま、ユーザの知覚とのかかわりを拡大し、人間と行動を共にし、豊富な記憶能力と計算能力、そして拡張されたコミュニケーション領域を与えるコンピュータという観点からMagic Glassesの概念を発想した(文献2)。Magic Glassesのレンズは、NaviGlassesの入出力デバイスとしての特殊なレンズ構造とは異なり、出力(表示)のみの機能をもつ。また、できるだけ目の位置の近くにおかれた三つの外部TVカメラをもつ。世界規模のコンピュータネットワークや電子図書館など、また第三者のMagic Glassesとも高速にデータのやりとりができる。

NaviGlasses は Magic Glasses とは独立に発想したものであるが類似点もある。iROOPをベースにした現実のオブジェクトの反応性、現実世界と仮想世界の融合・共生の概念がNaviGlasses のもっともユニークな点である。

4.その後の進展

以下のリストは、NaviGlasses概念以後に出現した関連分野における主なエポックメイキングである。

- Mirror Worlds (David Gelernter, 1991)
- Ubiquitous Computing (Mark Weiser , 1991)
- Virtualized Reality: (金出武雄, 1992)
- Augmented Reality(AR):(Tom Caudell (Boeing), 1992)
- NaviCam (暦本純一, 1994)
- Mixed Reality (Paul Milgram, Fumio Kishino, 1994)
- iPod, iPhone, iPad (Apple , 2001, 2007, 2010)
- セカイカメラ (頓智ドット (株) , 2008)
- Google Glass (Google, 2012)
- iBeacon, ARKit (Apple, 2013, 2017)

Virtualized Realityは「仮想化された現実」というもので、VR(Virtual Reality)とは異なる。この概念は「多数カメラシステム」として捉えられている(文献17)。「デジタル化された現実」という意味で、まさに NaviGlasses 概念の「実世界のデジタル化」に関係している(文献8)。

NaviCamは、NaviGlasses概念の一部を当時利用できた技術を用いて具現化した基礎研究・実験で、NaviGlasses概念におけるiROOPの代わりにカラーコードを利用してピックアップ機能のようなものを実現した世界初の成果だった(文献8-11)。

これまでのAR、VRなどの研究開発は多額の費用をかけないと実現できないようなものばかりだったが、これらの状況は変わりつつある。ハード的インフラ(IoT)を要しなければ、個人でもソフトウェアだけで実現できる可能性がでてきた。AppleがWWDC2017で発表したARKitはその可能性を飛躍的に推進するものと思われる。現在、市場に多く出回るようになった安価なビーコンやiBeacon、ARKitを利用して、今後これらに関連する機能やアプリを容易に実現できる可能性が高くなってきた。

5.おわりに

NaviGlasses概念の夢から30年近く経ったが、この間社会は大きく変化した。Webの発明、Appleによる電話の再定義によるスマートフォンの発明、いずれもそのユーザー数の爆発的増大が大きく社会を変えた。

Webとスマホというインフラの下でユーザにすばらしい使い勝手や利便性を提供するアプリが続々と出現することになった。しかもそのアプリは専門家に限らず、ごく普通の一般の方々によって開発されているケースが多い。アプリを開発するためのソフトウェアライブラリも充実してきた。

このような状況下でも、NaviGlasses概念はソフトウェア面で容易には実現しそうにないが、別の形のシンプルで部分的なものに限れば、実現可能なものもあるように思う。しかもほとんどコストをかけないで。その意味で近年のAppleのiBeaconやARKitを使ったアプリの飛躍的な増大が期待できる。

NaviGlassesでは、個人の生涯獲得データの量はどの程度のオーダーになるのか気になるところもある。20年ほど前の試算では、たとえば、一個人が100年生きるものとし、その3分の2を活動時間、個人の生涯で活動時間帯の視覚データを連続的にすべてキャプチャするとすれば、

約4.4x10³TBを要する。さらにこれらを編集したりコピーをとったりということになると必要なデータ容量(当時は「編集空間」と仮に名づけた)はその何倍かの容量が必要となる(文献15など)。当時はこの数字が極めて大規模なものに感じられたが、現在はさほどではない。

これまで、トップダウン的なアプローチで取り組んできたが、今後は主にボトムアップ的なアプローチで取り組んでみたいと考えている。具体的には、スマホのアプリとして、今あるソフトウェアライブラリを利用して部分的な機能を実現していくことである。

より幅広い層の人々に親しみをもって受け入れられ使われるアプリはどんなものか。今やこのようなことはすぐにわかる時代である。自作のアプリをどんどんアップして、ダウンロード数を見れば一目瞭然である。勿論、生涯のパートナーになり得るメディア(NaviGlasses/航行パートナー)に成り得るようなものをめざした戦略的な計画を作り、実行していくことが重要と考えている。

筆者は47年程前に、人工知能をもつ自動車の実現へ向けた概念のようなものを描いた(文献19)。

当時、個々の「車」だけではなく、コンピュータネットワークの概念を含む情報やデータの視点で見たときのそれを取り囲むシステム・環境・生態系がどうあるべきかについて興味をもっていた。ここで描いた人工知能自動車は、中央センターのコンピュータとの無線による送受信でいろいろな情報をやり取りしながら走行する。その意味で、近年車が情報通信端末を介して外部と常時接続するコネクテッドカー、あるいは車のスマホ化などと言われているものとよく似ている。当時はWebが発明される20年ほど前であり、論文の中で「中央センターのコンピュータ」と表現していたものは今のクラウドサービス/クラウドコンピューティング、クラウドサーバー(データセンター)のようなものである。また論文の中で、「道路には交差点と交差点の区間ごとに”ある一定時間内”に通過する車両数を数えるカウンタをもうけ、このカウンタから中央センターのコンピュータに電波(無線)で情報を送る。」という記述がある。これは現在のIoTの概念に近いかもしれない。またGPSやビーコンなどの概念に近いものも含まれている。NaviGlasses概念の発想にはこのネットワーク人工知能自動車の概念にも潜在的に関連していたのかもしれない。

謝辞

筆者は1990年代初期にメディア科学研究所(当時)にて、特に杉山知之氏(現在デジタルハリウッド大学院学長)と石崎豪氏(当時MITメディアラボ大学院生、現在カーネギーメロン大学)との交流など極めてエキサイティングな日々深く感謝いたします。

1990年代中期には、NaviGlasses概念の一部機能を実装するNaviCamを開発した暦本純一氏(当時ソニーCSL、現在東京大学)のグループ、そして1990年代後期には情報処理学会夏のプロシンにおいて、NaviGlassesをベースとした航行パートナーを「23の計算機科学(工学)の問題(課題)」のひとつに取り上げてくださった萩谷昌己氏(東京大学)、また学会の研究会を通じて議論に付き合ってくれた多くの研究者に深く感謝いたします。(文献15, 16)

参考文献

1. Alan Kay : A Personal Computer For Children Of All Ages , the Proceedings of the ACM National Conference, Boston Aug. 1972.
2. Hans Moravec: MIND CHILDREN The Future of Robot and Human Intelligence, Harvard University Press, 1988.
3. 大座畑重光: これからのコミュニケーションメディアを考える (1), 情報を航行するメディア『航行めがね』の夢---現実のもの(オブジェクト)をクリックしたい--- , TURING MACHINE, Vol.2, No.3, pp.38-39, スペック (1989.6).
4. 大座畑重光: これからのコミュニケーションメディアを考える (2), 『航行めがね』プロジェクト---航行めがねとのインタフェース--- , TURING MACHINE, Vol.2, No.4, pp.56-58, スペック (1989.8).
5. 大座畑重光: 航行めがねプロジェクト, 人工知能学会ヒューマンインタフェースと認知モデル研究会, SIG-HICG-9001-5, pp.41-50 (1990.6).
6. 大座畑重光: 航行めがねにおけるRAR概念: 人工現実感と現実の世界の融合, 第6回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム (1990.10.24-26) 論文集, pp.9-14, 計測自動制御学会 (1990.10).
7. 大座畑重光: 航行めがね: 新しいコミュニケーションメディア, 日本ソフトウェア科学会第7回大会論文集, C2-3, pp.77-80 (1990.10).
8. 大座畑重光: 航行めがね: RARのための究極のデジタル化をめざして, 人工知能学会FAI, HICG, KBS 合同研究会, SIG-F/H/K-9001-7(12/6), pp.57-66 (1990.12).
9. 大座畑重光: 航行めがねワールド: 反応する現実のビュー, 第33回プログラミング・シンポジウム報告集, pp.25-36, 情報処理学会 (1992.1).
10. ビジュアルインタフェースに関する調査研究ワーキンググループ: ビジュアルインタフェースの研究開発報告書(05-R003), (財)日本情報処理開発協会, 平成6年3月(1994.3).
11. 暦本純一: Augmented Interaction: 状況認識に基づく新しいインタラクションスタイルの提案, インタラクティブシステムとソフトウェアII 日本ソフトウェア科学会WISS'94, pp.9-17, 近代科学社 (1994.12).
12. Jun Rekimoto and Katashi Nagao, The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments, Proceedings of UIST'95, ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '95) , pp.29-36, November 1995.
13. 暦本純一, 長尾確: ポストGUI: 今後の展望, 平川正人・安村通晃編「ビジュアルインタフェース-ポストGUIを目指して-」(bit別冊) , pp.177-198, 共立出版(1996.2).
14. 暦本純一: チュートリアル・実世界指向インタフェースの研究動向, コンピュータソフトウェア, Vol.13, No.3(MAY 1996), pp.4-18, 日本ソフトウェア科学会編集, 岩波書店(1996.5).
15. 大座畑重光: 実世界情報航行: 航行パートナーの創出に向けて, 夏のプログラミング・シンポジウム「21世紀の夢」報告集, pp.53-62, 情報処理学会(1999.8).
16. 萩谷昌己: 23の計算機科学の問題, 夏のプログラミング・シンポジウム「21世紀の夢」報告集, pp.111-116, 情報処理学会 (1999.8). (2000年1月11日発行) .
17. 金出武雄: 独創はひらめかない, 日本経済新聞出版社, 2012.
18. 大座畑重光: 未来の人工知能自動車と交通流システムの一考察, 第3回オート・スカラシップ 研究論文部門入選論文, サンケイ新聞社主催・日野自動車協賛・全日本学生自動車連盟協力 (1971.3).