

B-002

ユーザ満足度を損ねずにエネルギー消費を極小化させる要求分析手法
 Requirement Analysis for Low Energy Consumption with Keeping User Satisfaction

安東 孝信[†] 中里 竜[†] 池田 信之[†] 高田 沙都子[†] 深谷 哲司[†]
 Takanobu Ando Ryu Nakazato Nobuyuki Ikeda Satoko Takada Tetsuji Fukaya

1. はじめに

環境への配慮等から、ほぼ全てのシステムにおいて低消費エネルギー化が求められている。一般にはデバイス自体の改善や部分的な実現手段の工夫等(例えばアイドル時の部分的な電源断など)で解決を試みることが多いが、現状では、システム開発の上流工程からの統括的な取組みは十分とはいえない状況である。そのため、利用者が求める以上の機能や性能が作りこまれる半面、必要以上のエネルギー消費を行っている製品の開発も少なくない。

我々は、低消費エネルギー化が求められる製品開発の上流工程での取り組みとして、ユーザニーズを損なわずに低消費エネルギー化を行うための要求分析手法の研究開発を行っている。本手法の特徴は、ユーザニーズと実現手段、エネルギー消費の関係をモデル化し、最適な実現手段を明らかにすることである。本発表では手法の概略と、それに基づいて実施したケーススタディについて報告する。

2. 本要求分析手法の概要

本手法の全体的な流れの概略を図 1 に示す。大きくは要求を分析する流れ(図の主として左側)と、開発手段を検討する流れ(図の主として右側)で構成されている。

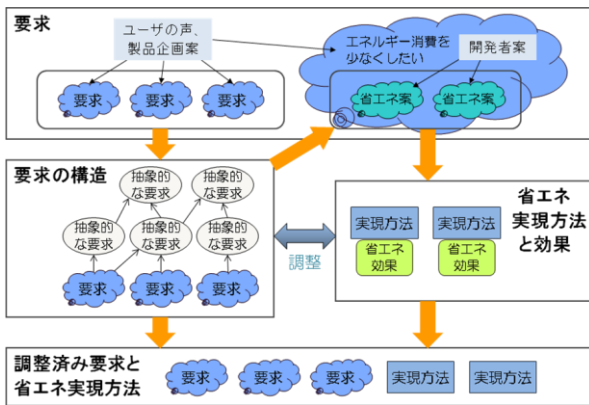


図1 全体像

さらに本手法では、この全体の流れをエラー! 参照元が見つかりません。に示すような 8 段階のステップに分けて要求分析を進めている。各ステップでは、一般に知られている様々な手法を積極的に利用する方針を取っており、それらの流用やカスタマイズなどを行うようにしている。以降の節では各ステップについて概説する。

Step1: 要求獲得

開発対象となる製品やサービスのユーザや企画担当からの要求をまとめるステップ。要求の記述には USDM など参考にする。

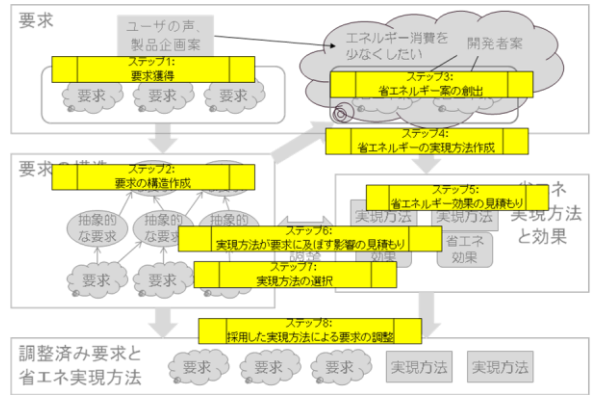


図 2 本手法の各ステップの配置

Step2: 要求の構造作成

得られた要求の構造を分析し、整理することで、要求とユーザ満足度の関係をモデル化するステップ。要求の整理には KJ 法などを、またユーザ要求のモデル化にはラダーリング法などの活用を考慮する。

Step3: 省エネルギー案の創出

要求の構造や、開発者のドメイン知識などに基づき、省エネ案(製品仕様粒度)の創出を行うステップ。案の創出にはチェックリスト法などを参考にする。

Step4: 省エネルギー案の実現方法作成

省エネ案の実現方法(内部設計)の検討を行うステップ。一般的な内部設計相当ではあるが、この段階では詳細/具体的な内部設計の粒度ではなく、実現可能性を確認できる程度の荒い粒度までを想定している。

Step5: 省エネルギー効果の見積もり

省エネ案に対する、消費エネルギー量(削減量)を見積もるステップ。省エネ案の実現方法に関連するデバイスに基に全体に対する消費電力割合や、削減できる消費電力量を見積もり、実行時間を積算して、実現方法ごとの消費エネルギー削減量を見積もる。

Step6: 実現方法が要求に及ぼす影響の見積もり

省エネ案と要求との関係をモデル化するステップ。省エネ案が及ぼす要求への影響範囲や影響度合いを見積もることで関連付ける。QFD などの活用を考慮する。

Step7: 実現方法の選択

見積もられた結果に基づき、省エネ案/実現方法を選択するステップ。Cost/Worth 分析などを活用する

[†] 株式会社 東芝 TOSHIBA Corporation

Step8:採用した実現方法による要求の調整

採用されることとなった省エネ案/実現方法を精査し、手段間の矛盾や消費エネルギー削減量の重複などを確認するステップ。

以上のステップを経ることで、エネルギー消費を最適化したターゲットの外部仕様の決定や、その実装方式の選択が可能となる。

3. ケーススタディ

「小型ノート PC を使用したネットワーク会議システム」をターゲットに想定し、2で示した要求分析手法のケーススタディを行った。その結果について述べる。

Step1:要求獲得

要求はケーススタディ参加者によるブレインストーミング形式で抽出し、KJ法に基づき分類を行った。およそ10分類、30項目の要求を抽出、整理した。

Step2:要求の構造作成

前ステップでまとめた内容を基に、ラダーリング法を参考にした要求の構造化(分析)を行った。

Step3:省エネルギー案の創出

今回のケーススタディでは、特別な発想法は用いず、ドメイン知識や経験則を背景とした、エンジニアによるブレインストーミング形式で案の創出を行った。約30件の案がピックアップされた。

Step4:省エネルギーの実現方法作成

前ステップでピックアップした各省エネ案毎に、実装方式をイメージできる程度までの内容へ、過去の知見等に基づき、分析/設計(整理)した。

Step5:省エネルギー効果の見積もり

まずターゲット(本ケーススタディでは小型ノート PC)の一般的な消費電力割合(デバイス毎の比率)を、スペックシートやドメイン知識等に基づき整理した。

次に、前ステップまでにピックアップした各省電力案毎に、想定した実現方式を参考に、関係するデバイス毎の省エネルギー効果(dp)とその比率(dr)を推定し、また一般的なユースケースを想定し、それ利用した場合に占める各案の時間比率(tr)を推定し、それらを次の式で積算することで案毎の省エネルギー効果(lep_i)として計量した。

$$lep_i = tr_i \times \sum_{\text{all devices}} (dp \times dr)$$

Step6:実現方法が要求に及ぼす影響の見積もり

各省エネ案毎に、各要求に対する影響度(etr)を推定する。また各要求が分類されたカテゴリ毎に、ユーザ満足度を考慮した係数(csc)を定める。これらの値はドメイン知識ベースで算出した。そしてそれらの積算によって満足度への影響(etcs)を求めた。

$$etcs = \sum_{\text{all related requirements}} (csc \times etr)$$

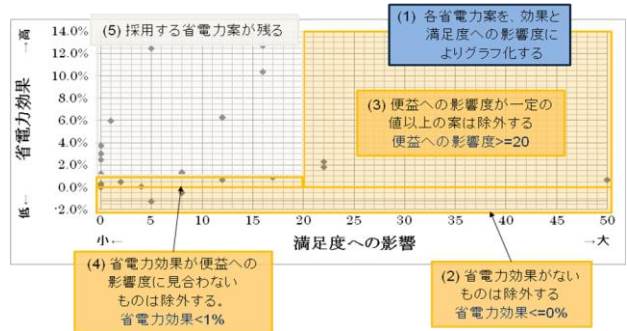


図3 ケーススタディ：省エネ案の選択

Step7:実現方法の選択

今回のケーススタディでは Cost/Worth 分析を参考に、0で求めた省エネルギー効果と0で求めた満足度への影響をそれぞれ2軸としてグラフ上に各案をプロットし、経験則に基づいた単純な境界を定め、採用する省電力案の選択を行った。その結果を簡単に示したのが図3である。

Step8:採用した実現方法による要求の調整

前ステップで選択された各案を精査し、同時に実現できないもの(互いに干渉するもの)などを排除した。

ケーススタディのまとめ

最終的に選択された省エネ案の消費エネルギーの総和から、ユーザ満足度への影響(低下)をある程度抑えた上で、システム全体としては22%程度のエネルギー消費量削減を図れる省エネ案をピックアップできた。なおその中でも特にソフトウェアでの演算処理に大きく影響すると考えられる CPU やメモリ(≠他の個々のデバイス)でのエネルギー消費量削減については34%程度の削減量を見込めることも確認できた。

4. おわりに

要求分析手法としては、大枠は概ね定めることができたが、現時点ではまだ、各ステップの手法の洗練、削減量見積もりなど様々な課題が残されている。しかしながらケーススタディを通して、要求工程での省エネルギー化への取り組みへの可能性を示すことができたと考えている。今後は各ステップの手法の洗練として、特にユーザ要求/満足度の分析やモデル化、発想法の洗練による省エネルギー案創出手法の工夫、QFDの利用等を想定した実現方法選択手段の洗練などを重点的に行っていききたい。

謝辞

本研究の一部は CREST JST の援助のもとに行われており、ここに謝意を表します。

参考文献

[1]Karl.E.Wiegers 著, 渡部 洋子 訳, “ソフトウェア要求” (2003)
 [2]Karl.E.Wiegers 著, 田沢 恵 訳, 溝口 真理子 訳, 宗 雅彦 訳, “要求開発と要求管理—顧客の声を引き出すには” (2006)
 [3]木下 栄蔵, “わかりやすい意思決定論入門—基礎からファジ理論まで” (1996)
 [4]二木 宏二, 朝野 照彦, “マーケティング・リサーチの計画と実際” (1991)
 [5]石山一雄, “東芝の MI 活動<特集>シックス・シグマ”, 日本品質管理学会 (2003)