

RFID を用いたインテリジェント 冷蔵庫システムの構想

Concept of an Intelligent Refrigerator System using RFID

金野 紋子[◆] 増永 良文[▲]

Ayako KONNO Yoshifumi MASUNAGA

近年、ユビキタス社会を実現するに当たり、政府は、我々の最も身近な家電製品と、コンピュータ技術および情報通信ネットワーク技術が融合する情報家電の市場化を戦略的に推進し、メーカーは精力的に開発と普及に向けて取り組んでいる。本論文では、そうした情報家電開発の動向を調査、さらに、ユーザの利便性と操作性に注目したサービスの提案として、ユビキタス社会を支える注目技術 RFID と電子上皿天びんを合体したデバイスを考案することにより、ユーザの様々な要求に対して冷蔵庫が応えるインテリジェント冷蔵庫システムの構想を述べ、その概念モデルを UML で描く。

Recently, in order to realize a ubiquitous society, the government has tactically worked on spreading of the information appliance which is the integration of our most familiar home appliances and the technology of computing and networking. Also, white goods maker has aggressively worked on its development and its popularization. In this paper, we first survey the trend of information appliance development in Japan. Then, we describe a concept of an intelligent refrigerator system, which has abilities to satisfy a variety of user requirements, by creating a special device which is composed of hot RFID technology and an electronic even balance as well as database technology. Its conceptual model is shown using UML.

1. はじめに

近年、ネットワーク技術の進展に伴い、冷蔵庫、洗濯機、電子レンジ、エアコンなどの家電を情報化することで、それぞれの家事支援機能に加え、家事労働の軽減、安心などのメリットを提供する情報家電への期待が高まっている。

情報家電が普及するための課題は大別すると、ホームネットワーク環境構築とユーザの要求に応えるサービス開発の2点あると考えられる。従来、情報家電といえば、通信レベル主体のネットワーク家電という観点が強く、ホームネットワーク環境の構築が大手メーカーで様々な検討されている(次章詳述)。しかし、ユーザの複雑な要求に応え、ユーザ自身の能力を補い、家事労働を軽減させるという情報家電サービスの役割を実現することを考えると、情報家電がどのように家庭で使われるのかなど、情報家電はそれが置かれている実

世界の姿を正確に把握しておく必要がある。そこで、データベースの存在が不可欠になる。

本論文では、様々な家電の中でも、冷蔵庫は食品の冷蔵庫であるという意味で、データベース技術を活かしやすいたとも考えそれに着目し、様々なサービスを実現するインテリジェント冷蔵庫(i-冷蔵庫)システムを提案する。この際、冷蔵庫が置かれている実世界とデータベースとの整合性を保つために、RFIDリーダ付電子上皿天びんを創造して、システム構築を図る。

2. 情報家電開発の動向

経済産業省商務情報制作局は情報家電の市場化を戦略的に推進するため、「e-Life イニシアティブ(基本戦略報告書)」を2003年4月に発表した。これは2007年までに全ての世帯に複数の情報家電を普及させる目的の他、情報家電をもたらす製品やサービスの具体的なイメージを提起し、日本のIT企業の国際競争力の回復・強化を実現させることを目的としている[1]。しかし、実際にはユーザ中心に戦略を進めないと、使えない情報家電を作っても仕方がない。少子高齢化も進んでいるのだから、お年寄りでも使える情報家電でなくては普及も進まないと言われている。

国土交通省における取組みとして、2003年12月経済産業省、国土交通省の連携の下、都市基盤整備公団の協力により、「情報家電コンソーシアム」が「晴海アイランドトリトンスクエア」の都市基盤整備公団賃貸住宅などの11戸において、2001年12月から2002年1月末まで実施した住宅内デジタルネットワークの実証実験を実施した[2]。

IPAが支援した情報家電相互接続安全技術等開発事業では、2003年3月コミュニティサーバを利用した情報家電アプリケーション共通基盤の開発/実証事業として、情報弱者が使いやすい情報家電の操作環境を提供し、大容量コンテンツを簡易に扱うことができる環境を提供するため、次世代情報流通プラットフォームを開発、実証した[3]。その際、利用者の立場からのアプローチとして、情報家電の統一的操作環境を開発、提供することにより、情報弱者の利用障害を取り除き、家庭内の情報化を進めるモデルを確立した。

野村総合研究所では、注目技術としてデジタル情報家電のコンテンツ視聴技術を取り上げ、さらに、企業向けサービスの提案として、eラーニングやIPカメラで撮影した映像といったエンタープライズコンテンツに対する適用を検討している[4]。

富士通は、「ユビキタスネットワーク社会」を実現するために、トレーサビリティ分野と情報オフィス家電分野を柱とし、トレーサビリティ分野に欠かせないRFID技術と情報家電を組み合わせることにより、冷蔵庫と連携した食品管理、レシピ推薦、自動注文、賞味期限表示や薬品への装着による誤服用防止のように、様々な可能性を秘めていると述べている[5]。

最後に、注目すべきは、既に商品化している東芝のインターネット家電に対する取組みである。「フェミニティ」というブランドで、冷蔵庫、洗濯乾燥機、エアコン、オープンレンジとこれらを一括操作する「ホーム端末」、 「ホームゲートウェイ」を発売している[6, 7]。冷蔵庫に関連する機能としては、食材・ペットボトル在庫管理/賞味期限管理などの食材管理、オープンレンジと連動した機能のレシピ配信がある。賞味期限及び分量の入力方法は、タッチパネルによりユーザが画像や文字に触れながら、食品データを入力していく。

[◆] 学生会員 お茶の水女子大学大学院人間文化研究科博士前期課程 ayako@db.is.ocha.ac.jp

[▲] 正会員 お茶の水女子大学理学部情報科学科 masunaga@is.ocha.ac.jp

分量は、少、中、多の3択で、食品の分量データとして十分と感ぜられる。

3. RFID を用いた i-冷蔵庫システムの構想

3.1 システム構築の目的

家庭で毎日使われる冷蔵庫は、家族など複数の人間によって食品が出し入れされるため、冷蔵庫の扉を開けないと何が入っているのか正確に知ることができない。冷蔵庫の中を確認せず買い物に行き、何が冷蔵庫に残っていたか悩んだことはないだろうか。冷蔵庫の残り物でどんなおかずができるか悩んだことはないだろうか。

そこで、我々は、下記のような家庭を標準的と捉えて、i-冷蔵庫システムを構築することを考える：

- (a) (共働きの) 夫婦と子供(小・中学生) 二人程度の構成。
- (b) 家人は情報家電に興味がある。従って、i-冷蔵庫に食品を出し入れする場合に、多少の入出力作業が生じてもそれをいとわない。
- (c) 調理した料理のレシピや献立を i-冷蔵庫データベースに格納することをいとわない。
- (d) また、ホームネットワークを構築して種々の i-家電を接続して総合的なサービスを受けることに興味がある。
- (e) 屋外 (=出先) から i-冷蔵庫へのアクセス、あるいは i-冷蔵庫からの情報発信に期待している。

3.2 i-冷蔵庫システムが提供するサービスの分類

i-冷蔵庫システムが提供するサービスを技術により分類する。

(1) ネットワーク技術による分類

- ① ホームネットワーク
- ② 広域ネットワーク

(2) システム統合技術による分類

- ③ i-冷蔵庫のみ
- ④ i-冷蔵庫と他の i-家電(他の i-冷蔵庫を含む)
他の家電も i-冷蔵庫と同様に DB を持つインテリジェントな家電であると仮定

(3) 情報発信型による分類

- ⑤ Pull 型(受動的)
- ⑥ Push 型(能動的)

これらの分類をそれぞれ軸とし、サービスの分類を 3 次元で描いた(図 1)。

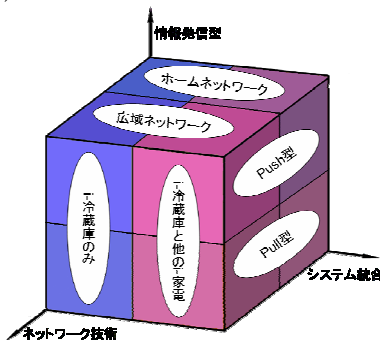


図 1 i-冷蔵庫システムが提供するサービスの分類
Fig. 1 Classification of Services provided by i-Refrigerator System

次に、8 通りに分類したサービスの具体例を示す。

- ① ホームネットワーク*∧*i-冷蔵庫のみ*∧*Pull 型
 - ・ 今ある冷蔵庫の中身で料理を作る際、何が残っていたか、何が作れるかを問合せると、屋内ユーザにそ

の結果を表示するサービス。

- ② ホームネットワーク*∧*i-冷蔵庫のみ*∧*Push 型
 - ・ 賞味期限が近い食品、おすすめのレシピを、屋内ユーザに通知するサービス。
- ③ ホームネットワーク*∧*i-冷蔵庫と他の i-家電*∧*Pull 型
 - ・ 料理に合うワインを問合せると、屋内ユーザにその結果を表示するサービス。
- ④ ホームネットワーク*∧*i-冷蔵庫と他の i-家電*∧*Push 型
 - ・ レシピを配信する際、その料理に合うワインを、屋内ユーザに通知するサービス。
- ⑤ 広域ネットワーク*∧*i-冷蔵庫のみ*∧*Pull 型
 - ・ 買い物する際、在庫食品、過去に買った食品履歴、作りたい料理に不足している食品を問合せると、屋外ユーザにその結果を表示するサービス。
- ⑥ 広域ネットワーク*∧*i-冷蔵庫のみ*∧*Push 型
 - ・ 賞味期限が近い食品、不足している常備食品、おすすめのレシピを屋外ユーザに通知するサービス。
- ⑦ 広域ネットワーク*∧*冷蔵庫と他の i-家電*∧*Pull 型
 - ・ 買い物する際、作る予定の料理に合うワインを問合せると、屋外ユーザにその結果を表示するサービス。
- ⑧ 広域ネットワーク*∧*冷蔵庫と他の i-家電*∧*Push 型
 - ・ 常備しているワインがないことを、屋外ユーザに通知するサービス。

3.3 i-冷蔵庫システムの構築技術

- ① 食品の入庫・出庫管理技術
- ② 食品データ管理技術
- ③ 異種データ統合技術
- ④ ネットワーク技術
- ⑤ 情報表示・発信技術

以下、本論文では①、②を第 4 章、第 5 章で詳述する。

4. 食品の入庫・出庫管理

4.1 RFID リーダ付電子上皿天びんの考案

4.1.1 RFID 技術の動向

現在、国内では 13.56MHz 帯や 2.45GHz 帯などで RFID の利用が認められているが、比較的長距離での通信が可能となる UHF(950MHz)帯の開放が求められて、実証実験が開始されている。UHF 帯での電子タグシステム (RFID) の利用を認める総務省では関係省令の改正などを速やかに行なう予定としており、UHF 帯 RFID の利用が国内でも可能となる。総務省の報告書「ユビキタスネットワーク技術の将来展望に関する調査研究」から RFID が社会に受け入れられる時期は、2007 年と予測されている [8]。

将来は、スーパーの商品 1 個ずつに RFID が付き、出口のゲートの無線ですべての情報を検知して清算を行ったり、RFID に書き込まれた情報から、消費者に物品が手交された後も食品名や賞味期限などのデータを取得したりが可能になると予測されている [5]。

しかし、ありとあらゆるアイテムに RFID が装備され、コード情報が標準化されるようになると、その適用領域は生産・流通の効率化といった領域だけに留まらず、消費者の手に渡った後の様々な応用サービスに発展する。すると、プライバシーへの対応が必須となる [5]。個人情報利用・管理に関する方針・責任を明確に示し、消費者からプライバシー問題で信頼を得ることが、最大の普及要因となる。

RFID は、しばしば同様にモノを識別するために用いられるバーコードや 2 次元コードと比較されるが、その違いを表

1に示す. 図から分かるように, RFID タグの最大の特徴は, 非接触の読み取りが可能, 複数同時認識が可能という2点である. 我々は, i-冷蔵庫システムが食品を識別するために用いるので, 非接触読み取り可能である点を重要視するため, RFID を用いる.

表1 RF タグとバーコード, 2次元コードの違い

Table 1 Differences among RF Tags, Bar codes, 2D codes

	RFタグ	バーコード	2次元コード
一個あたりの価格	高価		安価
非接触の読み取り	可能		困難
耐環境性	強い		極めて弱い
読み取りの自動化	比較的容易		比較的困難
情報の書き換え	可能		不可能
複数同時認識	可能		不可能
大きさ	比較的大さい (最小2cm)	小さい (最小5×21mm)	極めて小さい (最小3×3mm)
最大情報量	数10KByte	数10Byte	数KByte

4.1.2 RFID リーダと電子上皿天びんとの合体

本論文では, 消費者の手に渡った後, 食品1個ずつに RFID タグを付け, 食品を冷蔵庫に出し入れする際に, RFID タグに書き込まれている固有のID(UID)をRFIDリーダで読み込むことにより, どの食品かを特定する. また, 食品データの重要なデータの一つである重さデータを取得するために, 電子上皿天びんを用いる. この2つのデバイスを合体させた「RFIDリーダ付電子上皿天びん」を導入することにより, ユーザの入出力負担を軽減する.

4.1.3 タグ付ビニール袋

食品を冷蔵庫に出し入れする場合, 食品は「タグ付きビニール袋」に入れて行く. 冷蔵庫に入庫する食品は, 風袋であろうとなかろうと, 必ずそのビニール袋に入れて冷蔵庫にしまうこととする. このことにより, ユーザもどこにつけようか戸惑わない. 注意しなければならないのは, 袋は中身の食品を使い切るまで捨ててはならないことである.

4.1.4 タッチパネル

食品を識別するためのUIDはタグ付ビニール袋で取得できる. 重さは電子上皿天びんで取得できる. しかし, 食品名, 数量, 賞味期限, 入庫日, ユーザ名, メモ, などのデータはユーザが入力しないとイケない. そこで, 少しでもユーザの負担を軽減するためにタッチパネルを用いる. この際, なるべく文字を入力させることのないよう, 例えば食品名を入力する場合, まず食品カテゴリ名を選択させて, カテゴリ別食品アイコンを表示し, そこから該当する食品を選択させるようにする. その方法はタッチパネルのアイコンに触れさずか, 音声認識を用いる.

4.2 RFIDリーダ付電子上皿天びんとタッチパネルの操作方法

4.2.1 食品分量の単位とその取得・活用方法

食品の分量の単位は様々であり, また, 一つの食品だけでも, レシピで用いられる単位, 商品としての単位など, アスペクトによって変化するため, それをどのようにデータベースに反映するかは複雑な問題である. 本論文では, 一食品につき, その分量の単位として以下の3つがあると考えた(①は必須).

- ① 「g」単位
- ② 「個|枚|本|尾|…」の個体を表す単位
- ③ 「袋|パック|カップ|瓶|缶|皿|…」の風袋を一単位とする単位

①は, 電子上皿天びんにより必須データとし, 料理を作る際などの細かい量を知りたい時に, 有効である. また, このデータさえあれば, ユーザは大体の量を把握することが可能になる. ②の単位はユーザが食品の量を把握するのに一番イメージしやすい単位であろう. ③の単位は商品であった時に使われた風袋での単位に使われる. これらのデータの取得方法と活用方法を表2にまとめる.

表2 食品分量の単位とその取得・活用方法

Table 2 Unites of Food Amount and their Usage

単位の種類	取得方法	活用方法
①(g) (必須)	電子上皿天びん	レシピに用いられる単位(への変換) 商品の単位
②(個 枚 本 尾 …)	タッチパネル	レシピに用いられる単位(への変換) 商品の単位
③(袋 パック カップ 瓶 缶 皿 …)	タッチパネル	レシピに用いられる単位(への変換) 商品の単位

4.2.2 操作方法

ユーザが購入後の食品の状態から冷蔵庫に新規入庫するまでのフローチャートを図2に, ユーザが冷蔵庫から食品を取り出す時から, 再入庫または, 使い切るまでのフローチャートを図3に示す.

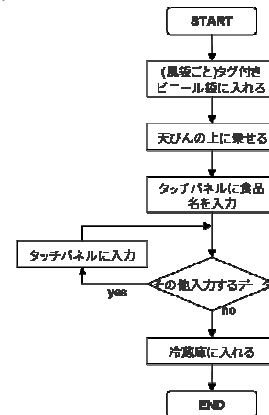


図2 新規入庫するときのフローチャート

Fig. 2 Flowchart for the First Store in a Refrigerator

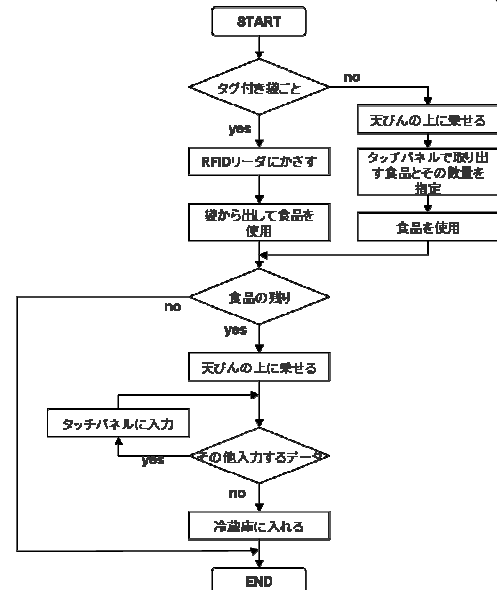


図3 取り出して再入庫/使い切る場合のフローチャート

Fig. 3 Flowchart for Usage of Foods Stored in a Fridge

5. 食品データ管理

5.1 UMLを用いたデータベースモデリング

詳細なデータベース設計を行うために UML(Unified Modeling Language)を用い、目的別にダイアグラムを作成する。データベース設計を行うための手順として、まず、ユースケースモデル、アクティビティ図を作成し、構築するシステムのプロトタイプを定義する。その後、システムの論理設計に移る[9]。以下、概念モデルについて述べる。

5.2 ユースケースモデル

図4は冷蔵庫システムのユースケースモデルである。棒人間はアクタでシステムと相互作用する人またはシステムを示し、楕円はユースケースと呼ばれ、システムが実行するアクションを示す。ユースケースモデルはアクタとユースケースとの関係を示す。

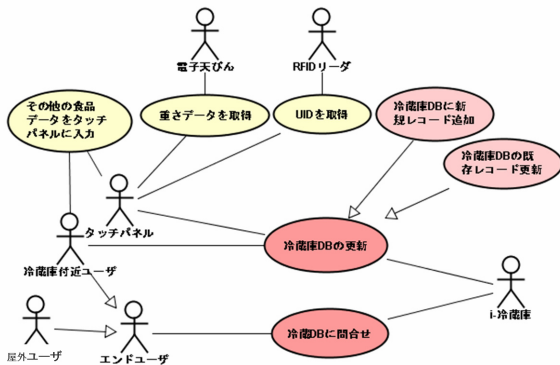


図4 i-冷蔵庫システムユースケースモデル

Fig. 4 System Use Case Model for i-Refrigerator

5.3 アクティビティ図

ユースケースをさらに詳述したものがアクティビティ図である。図4中の冷蔵庫DBの更新ユースケースのアクティビティ図が図5の冷蔵庫DBの更新アクティビティ図で、冷蔵庫付近のユーザが食品を冷蔵庫に入庫する際、システムが冷蔵庫DBを更新するフローを示す。冷蔵庫DBへの問合せユースケースのアクティビティ図が図6の冷蔵庫DBへの問合せアクティビティ図で、エンドユーザが問合せを行ってから、i-冷蔵庫からの応答を受け取るまでのPull型のフローと、i-冷蔵庫が、賞味期限が近い食品や不足した常備食品を、毎日自動で問合せ文を発行し、ユーザに知らせるまでのPush型フローを示す。

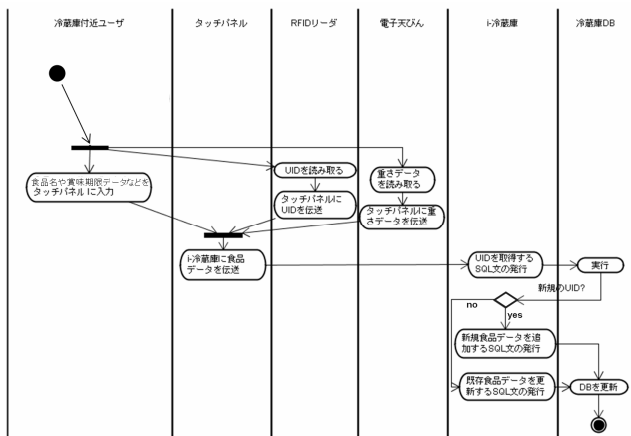


図5 冷蔵庫DBの更新アクティビティ図

Fig. 5 Activity Diagram for Refrigerator DB Update

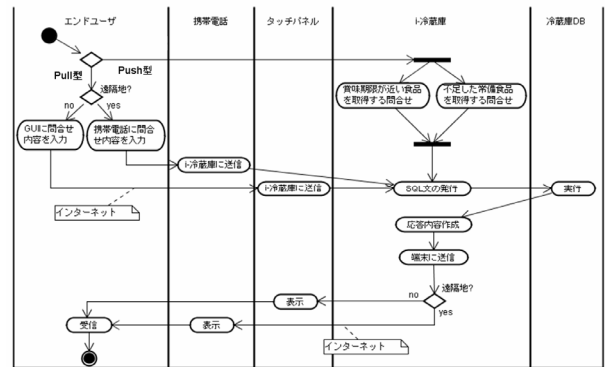


図6 冷蔵庫DBへの問合せアクティビティ図

Fig. 6 Activity Diagram for Refrigerator DB Queries

6. まとめと今後の課題

本論文では、情報家電開発の動向と、RFIDリーダ付電子上皿天びんを用いた i-冷蔵庫システムの構想を述べ、UML図の概念モデルまでを記述した。今後は、システムの論理設計を進め、クラス図、データベース図の設計を行った後、実装を行い、提案した内容の有効性を検証する。

【文献】

- [1] 経済産業省商務情報制作局：“e-Life 戦略研究会報告書「e-Life イニシアティブ」”，38p. (2003).
- [2] 国土交通省住宅局住宅生産課：“情報家電実証実験のプロジェクトについて”，http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha01/07/071206_2_.html, (2001).
- [3] 小室幸央，廣津秀宣，増田英明：“コミュニティサーバを利用した情報家電アプリケーション共通基盤の開発／実証事業”，p.8 (2003).
- [4] 一瀬寛英：“ネットワーク化するデジタル情報家電の動向”，技術創発，NRI, Vol.5, pp.13-34 (2005).
- [5] 中井昭：“ユビキタスネットワーク社会への富士通の取り組み”，FUJITSU, Vol.55, No.4, pp.268-274 (2004).
- [6] 東芝ネットワーク家電：“フェミニティ”，<http://feminity.toshiba.co.jp/feminity/>.
- [7] 一色正男，河口俊郎，平原茂利夫：“広がる東芝ネットワーク家電“フェミニティ”シリーズ”，東芝レビュー，Vol.60, No.4, pp.23-27 (2005).
- [8] 総務省：“ユビキタスネットワーク時代における電子タグの高度利用活用に関する調査研究会”，pp.47-48 (2003).
- [9] Eric J. Naiburg, Robert A. Maksimchuk: “UML for Database Design”, Addison-Wesley, NJ, 300 p. (2001).

金野 紋子 Ayako KONNO

お茶の水女子大学大学院人間文化研究科博士前期課程在学中。2005 お茶の水女子大学理学部情報科学科卒業。情報家電の研究・開発に従事。日本データベース学会学生会員。

増永 良文 Yoshifumi MASUNAGA

お茶の水女子大学理学部情報科学科教授。1970 東北大学大学院工学研究科博士課程修了，工学博士。データベースシステムの研究・開発に従事。情報処理学会フェロー。電子情報通信学会フェロー。日本データベース学会会長。著書に「リレーショナルデータベース入門」(サイエンス社)など。