

携帯端末を用いた質問偏在型データベース環境の実現

Realization of Pervasive Query Environments Using Mobile Databases

木實 新一
Shin'ichi KONOMI

Center for LifeLong Learning and Design (L³D), University of Colorado at Boulder
(Campus Box 430, Boulder, Colorado 80309-0430, U.S.A. E-mail: konomi@cs.colorado.edu)

ABSTRACT. Although the mobile computing technology enables continuous access to digital information across different places, it is not trivial how users can quickly obtain task-relevant information in different situations. The notion of *pervasive query environments* is proposed in order to address this issue. In particular, such environments facilitate delivery of task-relevant information by embedding queries and answers in tangible physical entities. A system called *QueryLens* was implemented as a first step towards the realization of *pervasive query environments* by integrating PDAs (Personal Digital Assistants), smart radio tags, mobile databases and central database servers.

1. 背景

近年、携帯電話や PDA(Personal Digital Assistants)に代表される小型高性能の情報機器が急速に広まりつつあり、我々を取り巻く世界には機能豊富な情報装置が既に溢れている。しかしながら、この現象そのものによって我々の生活の質的な向上がもたらされるとは限らない。

携帯端末の利用によってこれまで考えられなかった場所で電子メールやウェブを利用することが可能となっている。携帯端末を用いた新しい情報サービスがわれわれの生活の様々な場面（ショッピング、図書館、博物館、旅行、交通機関、病院、ゲーム、教育、娯楽、レストラン、その他）に全く新たな価値をもたらす日も遠くないのかもしれない。しかしながら、その日を迎えるためには、解決すべきいくつかの重要な問題がある。

携帯端末を用いた情報システムでは、携帯端末に固有の様々な制約と可能性を考慮すべきである。従来の（パーソナルコンピュータ等の）固定端末を主体とした情報システムと全く同様の手法で携帯端末向けのシステムを設計することは最良の方法ではないだろう。限られた表示画面や文字入力の問題を考慮すべきであることについては言うまでもない。

携帯端末の特性を考慮した情報システムやサービスを実現する試みが盛んに行われている。GPS（Global Positioning System）衛星などから得られる位置情報を用いて携帯端末の利用者により良い情報を提供できることが期待されているのが、近年商用化のはじまりつつある位置情報サービスである。また、バーコードやセンサーを用いて、商品や雑誌のページなどに付けられたバーコードやスマートタグをシステムに提示することで関連情報（例えば、ホームページの URL）を自動的に検索するシステムを実現することも技術的には可能である。これらのシステムの究極の目標の一つは、システムが必要な場所で必要な時に厳選された少量の有用な情報を個々の利用者に提供できることである。

既存のシステムは、携帯端末によって場所や物に直接的に情報を貼付する機能を提供するものがほとんどである。これは、ある意味で PostItTMのような付箋紙を電子的に実現した「電子付箋紙」と考えてよいが、物理的な付箋紙と同様に、場所や物に貼付する情報の量が増加すると管理が困難になるという問題がある。このため、情報提供者があらかじめ（多くの利用者にとってある程度有用であろうと思われる）最大公約数的な情報を用意しておき、利用者はこれを受動的に閲覧のみであることが一般的である。従って、従来のシステムでは、異なるニーズを持つ個々の利用者に対して最適な情報を提供する能力が限られているという問題がある。

個々の利用者の要求の変化に対応するために、システムは静的なプリファレンス（利用者の好みを記述したもの）を用意する以上のことを行うべきである。また、利用者自身が情報の提供者になることを許すためには、貼付される情報の量が増加した場合の管理の問題を解決しなければならない。

2. 目的

本研究開発の目的は、物理的実体に直接的に情報を対応付けることしかできない既存のシステムの限界を超えるために、利用者がどのような情報を欲しいと思っているか（情報のニーズやウォンツ）、また欲しい情報をどのようにして獲得するか（情報の獲得手段）を物理的実体に貼付し利用者同士で共有できるシステム *QueryLens* を開発し提供することである。具体的には、利用者は情報のニーズや獲得手段などを質問として外在化した物理的実体に貼付する。

貼付された質問を用いて回答情報を収集する機構を提供するとともに、質問をデータベース化して共有することで、個々の利用者が質問をできるだけ容易に作成できるようにする。これによって、個々の利用者がそれぞれのニーズに適合した情報を獲得しやすくなることが期待される。また、物理的実体に貼付される情報が増加

した場合、「電子付箋紙」的なシステムでは全ての「付箋紙」が提示されてしまうが、質問が貼付されていればこれを利用して手軽に必要な情報だけを検索して提示することができる。

更に、利用者にとって必要な情報があいまいである場合でも、場所や物理的実体によって貼付された質問を共有することによって、既存の質問から有用なヒントが得られることが期待される。

3. 利用シナリオ

スーパーマーケット、図書館、オフィス、および音楽CDショップにおける利用シナリオの概要を示す

QueryLens がこれら以外の様々な場所で利用可能であることは言うまでもない。なお、シナリオに基づきビデオクリップの作成を行った。

(1) スーパーマーケット

鈴木さんは、スーパーマーケット入り口のアクセステーションで、手元の携帯端末にスーパーの商品等に関する情報をまとめてダウンロードした。ダウンロードされた情報には、(過去に店舗内でやりとりされた)各商品に関する質問や回答が含まれている。

「オレンジジュースはどこにあるのだろう?」と思い、近くにあった「店舗案内」の表示を携帯端末でスキャンしたところ、表示に埋めこまれたスマートタグの識別子が無線通信によって携帯端末に送られ、端末上に店舗案内に関する質問がいくつか表示された。この中から「オレンジジュースはどこにあるのですか?」という質問を選択し、「聞く」ボタンを押したところ回答(オレンジジュース売場の位置)が表示された。興味のある質問が既に登録されていなければ、既存の質問(例えば、「砂糖はどこにあるのですか?」)を変更するか、全く新規に質問を作成することもできる。新規に登録した質問に対して即座に回答が得られない場合、携帯端末で案内デスクに連絡をとるか、店舗従業員を呼び助けを得る。

オレンジジュースを買い物カゴに入れて歩いていると、豆腐パックが目に入った。特に豆腐を探していたわけではなかったが、夕食を豆腐料理にしても悪くないと思った。問題は、おいしい豆腐料理にどのようなものがあるか、あまり思い当たらないことであった。携帯端末で手元の豆腐パック(に埋め込まれたスマートタグ)をスキャンすると「代表的な豆腐料理にはどのようなものがありますか?また、その作り方は?」という質問が表示された。回答の一つは「味噌汁」であったので、「味噌汁を作るための材料として他に何を購入したらよいですか?」と記入し豆腐パックに貼付した。



図1 スーパーマーケットで携帯端末を用いて豆腐パックに埋めこまれたスマートタグをスキャンし、関連する質問と回答を閲覧している。

(2) 図書館

スーパーマーケットからの帰宅途中に図書館に立ち寄った鈴木さんは、最近アジア文化に興味があったのだが、

「館内案内」の表示を携帯端末でスキャンして情報を得ることで、アジア文化に関する本のコーナーに迷うことなくたどり着いた。

面白そうな本があったので手にとって携帯端末でスキャンすると、「この本を借りた人は他に何の本を借りましたか?」などを含むいくつかの質問が表示された。

館内の読書机で本をしばらく読んでいたが、疲れたので机上のスマートタグを携帯端末でスキャンしたところ、コーヒーショップへの行き方が分かった。



図2 図書館で携帯端末を用いて本に貼付されたスマートタグをスキャンし、本に関連する質問と回答を閲覧している。

(3) オフィス

従業員は携帯端末を用いてオフィス内や営業先で情報交換を行うことができる。質問の回答情報は、社内および社外の情報ベースや、専門の従業員から収集することができる。

鈴木さんがオフィスで資料をコピーしている最中、コピー機の調子が悪くなった。コピー機に貼付されたスマートタグを携帯端末でスキャンすると、症状を一時的に改善するための方法が表示された。

鈴木さんは今後もコピー機を利用するので、「コピー機が完全に修理されるのはいつですか?」との質問をコピー機に貼付した。この質問は、以後同スマートタグをスキャンした従業員の携帯端末に表示される。同時に、施設部の係員に電子メールで送付される。例えば施設部の係員がこの質問に回答すると、鈴木さんの携帯端末に告知メッセージが届けられる。



図3 携帯端末を用いてオフィスのコピー機に貼付されたスマートタグをスキャンし、関連する質問と回答を閲覧している。

(4) 音楽CDショップ

市内の某CDショップでは、「CDを購入した後に結局内容が気に入らなくてがっかりする」という事態をできるだけ避けることのできるショッピング環境を実現し、顧客に高い満足感を与えているという。同ショップでは、顧客が手に取ったCDに関する質問、回答、論評、その他様々な情報をその場で即座に提供するために*QueryLens* を利用している。

オフィスからの帰宅途中、鈴木さんは同CDショップ

を訪れた。CDを物色していると、あるCDのジャケットデザインに引かれた。アーティスト名を見ると、どこかで聞いたことがある名前のようなのである。そこで、携帯端末を用いてこのCDをスキャンし、このCDの質問、回答、論評などを閲覧後、携帯端末上のリモコン操作によって、パーソナルコンピュータ(デジタルジュークボックス)で同CDの曲をいくつか試聴した。



図4 デジタルジュークボックスでCDの曲を試聴している。試聴する曲は携帯端末上で指定できる。

鈴木さんは、このCDを既に購入した同アーティストのファンや、鈴木さんと同じようにこのCDに引き寄せられた人たちがこのCDをどう思ったかに興味があったので、質問を作成してCDに貼付した。この質問は同店舗を以後訪れる顧客に対して提示されるだけでなく、電子メール等を用いて店舗外のファンにも転送される。なんらかの回答情報が得られれば、鈴木さんの携帯端末に告知メッセージが届けられる。後日、鈴木さんは結局このCDを購入することに決め、CDショップを再訪した(もちろん、同CDショップのウェブサイトを利用してオンラインで購入してもよい)。



図5 電子メールによって質問を受け取った利用者。ポケットの携帯端末が電子メールの受信を知らせるアラーム音を発している。



図6 質問者(鈴木さん)の携帯端末に回答情報を告知する電子メールが到着した。

アーティスト、CDジャケットのデザイナー、マーケティング担当者などは、質問やメッセージをCDに仕掛けておき、指定された条件を満たす顧客に提示することができる。アーティストからのメッセージなどによってCDショッピングという行為自体の娯楽性を高めることができ、適切なタイミングで顧客に質問を提示できれば反

応が得やすくなるだろう。例えば、CDジャケットのデザイナーは、自分がデザインしたCDを2回以上スキャンした「見覚えのある」顧客に対してジャケットのデザインに関する感想を尋ねることができる。顧客から得られた感想は電子メールによってデザイナーの携帯端末に告知される。

なお、レンタルビデオショップなどでも、CDショップの場合と似た利用シナリオが考えられる。

4. 関連する概念

GUI(Graphical User Interfaces)が一般的になった1980年代当時、計算機が扱う情報量が今日のように膨大になるとは予測できなかった。Norman(1999)の述べるように、GUIによる情報システムは、今日のようにデータの量が莫大になった世界ではうまく機能しない可能性がある。

「我々を取り巻く世界」を利用者インタフェースとみなすユビキタスコンピューティングや拡張現実の概念が近年脚光を浴びつつある。しかしながら、これらの新しい概念は、莫大な量の情報によって生じる問題の解決法をまだ我々に示してくれてはいない。ここで、人間が一生のうちに獲得できる情報量には限りがあることを忘れてはならない。情報が豊富な世界における挑戦は、必要なものを必要なときに適切なかたちで利用者に提供することである(Fischer, 2000)。

QueryLensは質問偏在型データベース環境という考え方に基づくシステムであり、この考え方はコンテクストアウェア計算環境(Abowd and Dey, 1999)の概念と深く関連している。ここでいうコンテクストとは、人、物理的オブジェクト、計算機メディアなどを含む様々な実体の状況特徴づけるために用いることができるあらゆる情報である。例えば、利用者の状況特徴づけるコンテクストとして手元の物理オブジェクトの識別子(Konomi, Müller-Tomfelde and Streitz, 1999)や位置情報がある。

携帯端末と位置情報を用いた既存のシステムでは、図1(a)のように、コンテクストに情報が直接的に対応付けられている。一方、質問偏在型データベース環境では、図1(b)のように、質問を介してコンテクストと情報を関連付けることができる。

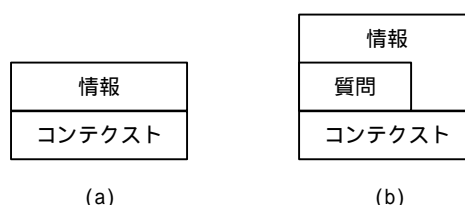


図7 コンテクストと情報の関係

5. データ管理のモデル

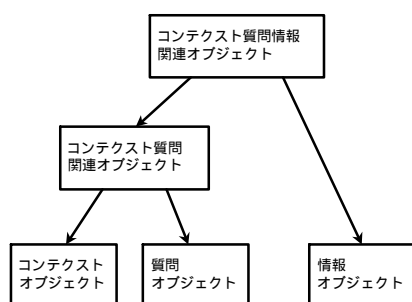
QueryLensでは、様々な物理的実体に関連する情報を容易に閲覧、作成、変更、共有、個別化(personalization)することができるように、質問(Query)、回答情報(Answer)およびコンテクスト(Context)を関連付けるためのモデルをデータベーススキーマとして実現している。

以下では、情報オブジェクトは唯一の識別子と値の組(id, 値)で表現されるものと仮定する。質問オブジェクトは(id, 質問記述)で特徴づけられる情報オブジェクトであり、質問記述は自然言語以外にデータベース質問言語、検索論理式、XML質問言語などを含む形式的質問言語であってよい。

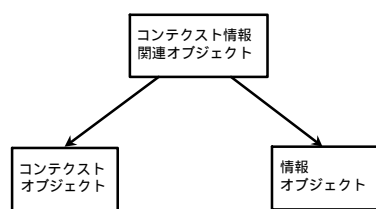
同様に回答オブジェクトは(id, 回答記述)で特徴づけられる情報オブジェクトであり、回答記述はテキスト、画像、音声、動画像などの計算機メディアを用いた回答の記述である。

コンテキストオブジェクトは(id, コンテキスト記述)で特徴づけられる情報オブジェクトであり、コンテキストについては前節で述べたとおりである。

質問オブジェクト、回答オブジェクトおよびコンテキストオブジェクトは、図 8 a に示すようなデータ構造によって関連付けられる。コンテキストオブジェクトと質問オブジェクトは多対多対応であり、更に回答オブジェクトとは多対多で対応している。質問とコンテキストの多対多対応によって、「これは何ですか?」といった質問を複数の異なる物理的実体に貼付し、区別して取り扱うことができる。なお、情報をコンテキストに直接的に貼付することも可能である(図 8 b)。



(a)



(b)

図 8 質問、回答、およびコンテキストの対応関係。図中の矢印はデータベースレコードの多対 1 関連を表現している。

6 . QueryLens プロトタイプの実現

プロトタイプに表示された質問の例を図 9 に示す。利用者は携帯端末 (PDA) 上で自然言語質問とデータベース質問 (SQL 質問)、回答情報 (テキスト)、およびコンテキスト (物理的実体の識別子) を取り扱うことが可能である。なお、携帯端末上の操作によって、パーソナルコンピュータ上にテキスト以外の様々な計算機メディアを表示することができる。

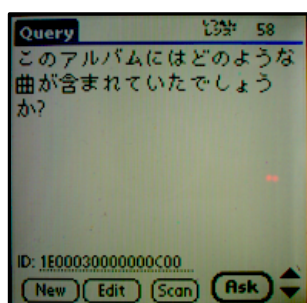


図 9 PDA 上に表示された質問。音楽 CD に貼付されたスマートタグをスキャンした後、自動的に表示される。

(5) システムの概要

図 10 は QueryLens の一実施形態である店舗向き情報共有システムを示している。

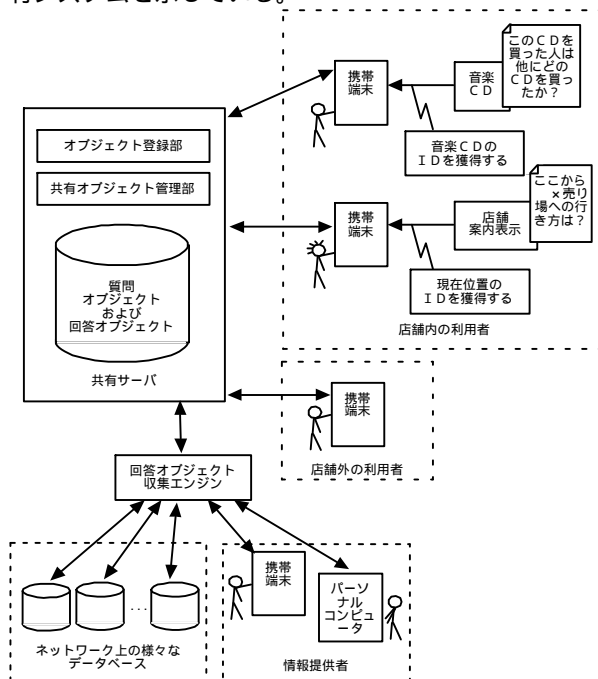


図 10 QueryLens を用いた店舗向き情報共有システム

QueryLens プロトタイプは分散システムであり、各携帯端末上でモバイルデータベースが稼動している。各モバイルデータベースは、共有サーバ上のデータベースと双方向にデータの同期を行う。共有サーバのデータベースに格納された質問オブジェクト、回答オブジェクト、コンテキストオブジェクト、その他の情報オブジェクトの中から、必要な情報がまとめて各モバイルデータベースにダウンロードされ共有される。また、モバイルデータベース上で更新されたデータは適宜サーバに反映される。必要な情報がモバイルデータベースに存在しない場合、サーバとの通信が必要となる。

携帯端末がバーコード読み取り装置やスマートタグ読み取り装置を用いて商品の識別子を獲得すれば、商品に関連する質問と回答の閲覧、作成、変更などが可能になる。

回答オブジェクト収集エンジンは、共有サーバに登録された質問を用いて、ネットワーク上の情報資源や (専門家や店舗スタッフを含む) 回答者から回答情報を収集し、必要であれば質問者に回答の告知を行う。

図 11 に、図 10 のシステムを運用することが可能なネットワークの構成例を示す。

(6) ハードウェアの構成

QueryLens プロトタイプでは、携帯端末として PDA である Handspring™ Visor™ を利用した。必要に応じて携帯端末に着脱することが可能なスマートタグ読み取り装置およびバーコード読み取り装置を利用した (図 12)。図 13 に示すスマートタグを様々な物理的実体に貼付もしくは埋め込むことで、物理的実体の識別子情報を提供することができる。一般に、スマートタグは、無線通信用のアンテナと小型のマイクロチップを統合した安価な電子装置であり、マイクロチップ内には唯一の識別子が記録されておりこれと別個に数 Kbit 程度の書

き込み可能な記憶領域を持っている。スマートタグ読み取り装置は無線通信によってスマートタグと双方向のデータ通信を行う。

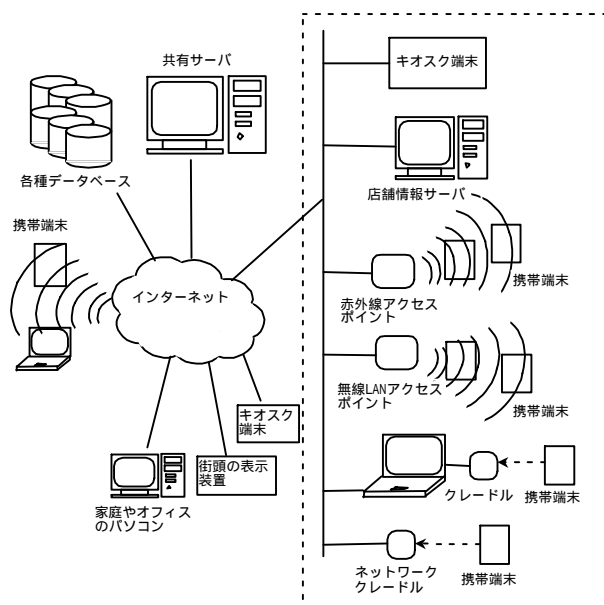


図 1-1 システム運用のためのネットワーク構成例



図 1-2 PDA（左: Handspring™ Visor™）に着脱可能なスマートタグ読み取り装置（右: Inside Technologies Hand'IT）

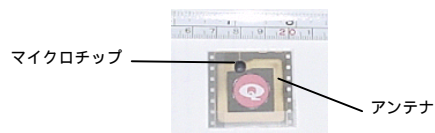


図 1-3 スマートタグ(Inside Technologies PicoTag)

モバイルデータベース（Sybase® UltraLite）は携帯端末の主記憶（8 Mbyte）上で動作し、ネットワーク上の主データベース（Sybase® Adaptive Server Anywhere）と、クレードルと呼ばれる装置を用いた有線通信または赤外線を用いた無線通信によって、双方向でデータの同期を行う。

（7）回答情報の収集

新規に質問が作成された場合、その質問に対する回答が既にデータベースに存在していれば、これを質問者に提示すればよい。回答がデータベースに存在しない場合、質問者の期待にこたえるため、システムは以下の三種類の方法で回答情報の収集を行う：

コンテキストを共有する利用者に聞く：例えば、店舗内の商品に貼付された質問は、同店舗を訪れる別の顧客の携帯端末に表示される。（回答を知っている可能性の高い顧客には、必要に応じて図 1-4 に示すようなポップアップウィンドウを表示して回

答の入力を促すことができる。）

コンテキストの異なる利用者に聞く：あて先を指定して、特定の利用者に電子メールで質問を送付することができる（図 1-5）。電子メールで質問を受け取った利用者は、店舗を訪れることなく質問に回答することができる。コンテキストの異なる（遠隔地の）利用者に対して質問オブジェクトを送付する場合、質問の意味があいまいにならないようにコンテキストオブジェクトも同時に送付する。

ネットワーク上の情報資源を用いて回答情報を検索する：自動処理によってネットワーク上の情報資源から回答を収集する。プロトタイプでは、現在データベース質問言語（SQL）によって記述された質問を自動的に処理して回答情報を収集することができる。これについては、後で詳しく述べる。

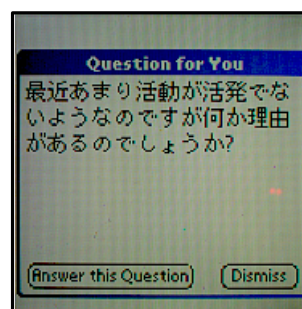


図 1-4 ポップアップウィンドウに表示された質問

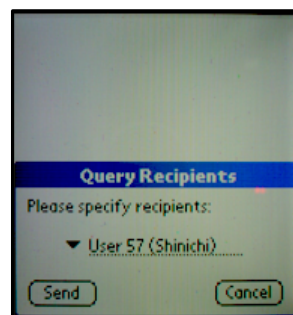


図 1-5 質問の送付先の指定

（8）共有されたデータベース質問の処理

SQLなどのデータベース質問言語によって質問を記述することは、万人にとって必ずしも容易な作業であるとは限らない。データベース質問を QueryLens によって共有すれば、既登録のデータベース質問を変更して利用するか、あるいは参考にすることができるため、データベース質問作成の作業が楽になることが期待される。

図 1-6 に示す方法によって、登録されたデータベース質問を利用し、回答オブジェクトをデータベースから抽出することができる。

新規に作成されたデータベース質問が SQL テーブルに格納されると同時に、この質問の ID が待ちリストに登録される。データベースエージェントは、待ちリストに登録された順に、データベース質問を適当なデータベース上で実行し出力された結果を回答オブジェクトに変換し回答テーブルに保存する。回答が得られた時点で、必要であればデータベースエージェントは格納プロシジャを用いて電子メール API を呼び出し、質問者に対して回答が得られたことを告知する。

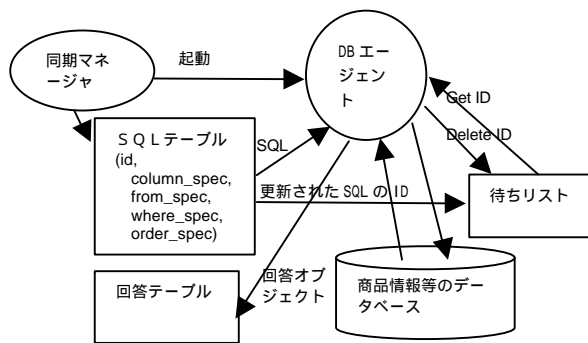


図 16 データベース質問を用いた回答情報の収集

(9) リモコン機能によるマルチメディアの利用

ウェブサイトや、画像、動画、音声などの様々なメディアの利用によって、質問や回答情報の効果的なコミュニケーションが可能になるだろう。しかしながら、小型で安価な携帯端末の上では、テキスト以外のメディアを利用することが困難な場合がある。

QueryLens プロトタイプでは、携帯端末上で選択した音声、画像、動画、URLなどの情報を、パーソナルコンピュータ上で遠隔表示するためのリモコン機能が、限られた範囲で実現されている。この機能を用いれば、パーソナルコンピュータで取り扱うことのできる範囲で様々なメディアを用いて記述された回答情報を取り扱うことができる。

図 17 に示すように、携帯端末上でマルチメディア情報を選択すると、モバイルデータベースのタスク委譲テーブルに、選択されたマルチメディア情報を表示するための命令が登録される。次に、モバイルデータベースを共有サーバと同期させると、サーバ上のデータベースが格納プロシジャを用いてタスク委譲テーブルに登録されているコマンドを実行する。

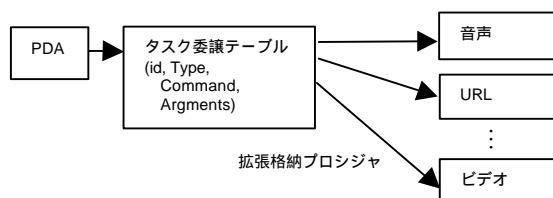


図 17 リモコン機能によるマルチメディア情報の表示

(10) プッシュ型の質問提示

最後に、プロトタイプに実現されたプッシュ型の質問提示機能について述べる。この機能は、利用者の操作履歴に基づいて能動的に質問を提示するためのものである。例えば、同じ商品がある回数以上手に取った（すなわち携帯端末でその商品がある回数以上スキャンした）顧客に対して、同商品についての意見を求める質問を提示することができる。

図 18 は、質問提示のための簡単な条件を指定するフォームであり、条件にマッチした利用者の携帯端末には図 14 と同様のポップアップウィンドウに質問が提示され、回答の入力を促す。

プロトタイプの実現に用いたモバイルデータベースが能動機能を持たないため、C プログラムによって実装した。

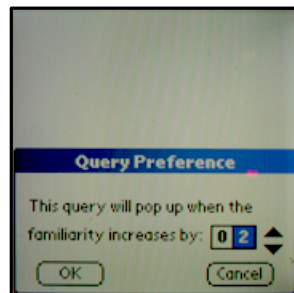


図 18 質問の能動提示条件の指定

7 . むすび

物理的実体に直接的に情報を貼付する従来のシステムに比べ、*QueryLens* では情報のニーズ（およびウォンツ）や、欲しい情報の獲得方法を質問の形式で物理的実体に貼付し、共有することができる。これによって、状況に応じて必要な情報を明確に指定し、これを入力する作業が、利用者にとって容易になると期待できる。情報提供者にとっては、各利用者がどのような情報を欲しいと思っているかを理解することが容易になるであろう。これらの点は、利用実験等によって検証していく必要がある。

一般に、情報共有システムをより価値あるものにするためには、提供する情報（コンテンツ）の質と量の充実が望まれる。システムが利用されていくにつれ、質問および回答が蓄積されるのだが、システムがあまり利用されなければこのような効果は期待できない。利用者にシステムを使いたいと思わせるための努力（例えば、運用開始時に魅力あるコンテンツを集めておく、あるいは既存の情報ベースを有効活用する）が必要であろう。

今後の課題としては、利用実験や利用者からのフィードバックに基づくシステムの改良を重点的に行う必要がある。また、パーソナライゼーション機能の強化、新しい携帯端末への対応、異なるセンサー装置への対応などに取り組む予定である。i モード等の携帯電話を用いた *QueryLens* の実現可能性については、既に調査を開始している。

8 . 参考文献

- [1] Abowd, G.D. and Dey, A.K. (Moderators). Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness. In: Proceedings of the 1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC'99), September 27-29, 1999. Springer Verlag. pp.304-207.
- [2] Fischer, G. User Modeling in Human-Computer Interaction. In the 10th Anniversary Issue of the Journal "User Modeling and User-Adapted Interaction (UMUAI)" (in press).
- [3] Konomi, S., Müller-Tomfelde, C., Streitz, N.A. Passage: Physical Transportation of Digital Information in Cooperative Buildings. In: Streitz, N.A., Siegel, J., Hartkopf, V., Konomi, S. (Eds.) Cooperative Buildings - Integrating Information Organizations, and Architecture. Proceedings of the 2nd International Workshop on Cooperative Buildings (CoBuild'99), Pittsburgh, USA, October 1999, pp.45-54. Springer-Verlag, Heidelberg, October 1999.
- [4] Norman, D. Invisible Computer. 1999.