

RFID 書込みによるユビキタス環境 DB サーバの負荷低減手法の提案

古賀 浩史† 富井 尚志‡

† 横浜国立大学大学院環境情報学府情報メディア環境学専攻 ‡ 横浜国立大学大学院環境情報研究院

1 はじめに

近年のセンサ・計算機技術の発達によりユビキタス環境が現実的になってきた。特に、身の回りのあらゆるものに電子タグ (RFID) が貼付された電子タグ付き空間では、実空間の物体位置情報や利用者の行動をリーダにより取得し、それらをデータベース (DB) に蓄積することで、より高度な支援が可能となる。また RFID は低価格化が進み、環境内に大量に埋め込むことが可能になった。これによりタグの検知漏れ等の減少と共に精細な位置情報やサービスを提供できるようになる。しかし、タグが大量に埋め込まれた環境では利用者の活動により頻繁にタグが検知され、そのタグが何を示すものか等を高頻度で DB に問合せることになる。これにより DB サーバへの負担が増加するとユビキタス環境本来のシステムに不具合が生じることもある。

一方、RFID は個々のタグに僅かながら記憶領域を持ち、この記憶領域を利用した様々な研究が行われている。Marco らは RFID の記憶領域を利用して、空間内の移動エージェントを協調させるシステムを構築した [1]。本研究では電子タグ付き空間におけるサーバ負荷の問題に対し、RFID の持つ記憶領域 (RFID メモリ) を利用した DB サーバの負荷低減手法を提案する。提案手法をオフィス形式の電子タグ付き空間に適用、実証実験を行うことで有用性を評価した。

2 研究背景

近年、低価格化が進む RFID を環境内に埋め込む電子タグ付き空間では、リーダにより実空間の物体位置情報や利用者の行動を取得し、DB に蓄積することで、より高度で多様な利用者支援が可能となる。概ら、環境内にタグを埋め込み、利用者に装着したリーダの検知タグから利用者の行動を推測することで行動支援等を行うシステムを提案している [2]。電子タグ付き空間では RFID を大量に埋め込むことで精細な位置情報やサービスを提供できるようになるが、一方でタグの検出も高頻度で生じる。

一般的に電子タグ付き空間では RFID の検知をトリガに、検知した RFID に関連付けられた情報 (RFID が表わす物体やその物体に関する情報等) を得る為の定型的なクエリがサーバに対して発行される。環境に埋め込まれたタグや利用者の増加に伴いタグの検知量が増えると、発行されるクエリも増え、結果的にサーバ負荷が増大し、システム本来の目的である利用者支援等に支障をきたす可能性も出てくる。

そこで、本研究では定型的なクエリによりサーバから得る結果 (解) を予め RFID メモリに記述すること

により、問合せコストを減らし、サーバにかかる負荷の削減を図る。

3 DB サーバ負荷低減手法の設計

本章では RFID メモリを利用した DB サーバ負荷低減手法の設計について述べる。

まず電子タグ付き空間では一般的に RFID を検知する度に検知タグに関する情報を得る為の定型的なクエリが発行されるということがある。そこで、その解を予め RFID メモリに記述することで検知をトリガとして起きる問合せコストを低減させるという手法が提案手法の概要である。

このタグ検知時に生じる定型的クエリとその解は環境によって異なる。そこで本研究では、空間のあらゆる物体・場所に RFID を貼付し、リーダにより取得した物体情報や利用者の行動を DB に蓄積することで利用者への支援を行う電子タグ付き空間 “概念共有環境 CONSENT [3]” (以下、CONSENT) に適用して設計する。CONSENT は物体の位置情報や利用者の行動だけでなく空間固有の知識や常識、利用者が行動に込めた意図を概念として蓄積することで行動支援を行うユビキタス環境システムである。CONSENT ではタグ検知をトリガとして、図 1 に示す一連の DB アクセスが生じる。図 1 の ③、③' が CONSENT においてタグ検知時に発生する定型的クエリとなる。ここで、CONSENT における定型的クエリについて説明する。

- 定型的クエリ 1: 検知したタグが何を表わすか
検知したタグが関連付けられている実空間の物体を示す物体 ID を取得する。これはタグ ID が決まれば一意の解が得られる。解の持つデータ量は物体 ID 数だけの表現力があれば良く、4byte で記述できる。またこの問合せは電子タグ付き空間において一般的なものであり、物品管理などに利用できる。
- 定型的クエリ 2: 検知した物体に対し何が
検知したタグ (物体) に関して行われる可能性のある操作 (操作候補 ID) を取得する。これは一つの物体に複数存在する為、複数の候補を解として取得する。解候補は物体毎に明確であり、また解候補となる要素数は物体 ID 程多くない為、一つの操作候補につき 2byte で表現できる。その中から他のセンサ類 (加速度センサや照度センサ等) により、実際に行われた操作を一意に決定する。このように物体に関する行動を蓄積することでより高度な支援が可能になる。

上述した二つの定型的クエリを減らすことがサーバ負荷の低減に繋がると考えられる為、その解である物体 ID 及び操作候補 ID を予め RFID メモリに書込むことにする。また、他の環境でもこのように RFID の検知をトリガに毎回サーバへ問合せ取得する解を予め RFID メモリに記述することがサーバ負荷低減に効果的であると考えられる。

Proposal of Load Reduction Technique for Ubiquitous Environment DB Servers by RFID Writing

†Hiroshi Koga ‡Takashi Tomii

†Department of Information Media and Environment Sciences, Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

‡Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

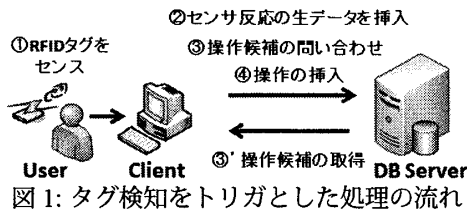


図 1: タグ検知をトリガとした処理の流れ

表 1: 実験環境

Server(1 台)	OS	Microsoft Windows Server 2008
	DBMS	Microsoft SQL Server 2005
Client(10 台)	OS	Microsoft Windows Vista Business
	開発環境	Microsoft Visual Studio 2005
	RFID リーダ	FUJITSU F3972-T110
電子タグ付き空間	RFID タグ (10,896 枚)	OMRON V730S-D13P01, V730S-D13P02

4 実装と評価

本章では、前章の設計に基づき実装し、評価を行う。

4.1 実装上の課題

提案手法では、課題として次の二つが考えられる。一つ目は書き込み段階における RFID メモリへの書き込むタイミングである。空間内に存在する全てのタグに意図的に書き込みを行うのは非常にコストがかかり、実現性が低いと考えられる。二つ目は読み出し段階において、実際に利用する解、すなわち実際に行われて DB に挿入される操作を操作候補としてどの程度 RFID メモリから取得できるかという点である。この二点についてそれぞれ以下の実験を行い評価を行った。

実装環境は表 1 の通りであった。なお、本実験で使用した RFID タグのメモリ容量は 112byte であり、書き込める操作候補数は最大で 50 個となった。実験に用いた電子タグ付き空間では一つの物体に対し複数枚のタグを貼付することで可能な限り検知漏れを減らすと共に、常にタグがセンサされる環境を構築した。また 4.2, 4.3 節ともに、リーダはユーザの手首に装着することで、ユーザが物体に触れるとその物体に貼付されたタグが自然にセンサされるようにした。

4.2 書き込み段階における実験

電子タグ付き空間に存在する全 RFID タグに対し意図的に書き込みを行うことは高コストだが、利用者が意識せず書き込みを行えるのであれば実用性は高いと考えられる。そこで本研究では、リーダを装着した利用者には書き込みを意識せずに日常生活を送ってもらい、その中でリーダが検知したタグに順次書き込みを行うという環境構築手法をとった。しかし、RFID タグへの書き込みには読み出しよりも時間を要する為、瞬間的な検知の場合は書き込みに失敗することもある。そこで上述した方法により書き込みを行っていく場合の、リーダが発行した書き込み要求に対する成功率及び空間内で利用されるタグ枚数に対して書き込めるタグの割合を測定し、評価した。実験参加人数は 10 人、期間は 5 日間で行った。

結果として、実験期間中にリーダの出した全書き込み要求 5,689 回に対して 71.6 % が書き込みに成功した。このことから意識的に書き込みを行わなくとも十分に書き込みは可能だと分かった。また、空間内における利用タグ枚数に対して書き込めたタグの割合の結果を図 2 に示す。横軸は検知回数を表わし、一回の検知に対し一度の書き込み要求が出される為、書き込み要求の回数を表わしている。縦軸は空間内の利用タグ枚数に対して書き込みを行ったタグの割合を表わす。但し、空間内の全利用タグ数は 10,896 枚であったが、この値には床に埋め込まれたタグ等の手で触れる機会の少ないタグ 7,711 枚

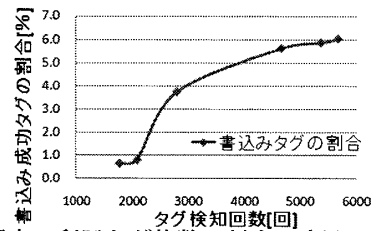


図 2: 空間内の利用タグ枚数に対する書き込みタグの割合

表 2: 実験結果

全挿入操作数	598 件
RFID メモリから取得できた操作数	369 件
DB アクセス回避率	61.7 %

も含まれている為、これを除いた 3,185 枚に対する書き込みタグ割合となっている。図 2 から全体の約 6 % のタグに予め解を書き込めたことが分かった。

4.3 読み出し段階における実験

4.2 節の環境下で生活した場合、実際に DB へ挿入する解（実際に行われた操作候補）を DB を介さずに RFID メモリから得られる操作の割合を測定した。定型的クエリを DB に問合せ物体 ID 及び操作候補 ID を取得し、その中から実際に行われた操作データを DB に挿入する。この時、RFID メモリに問合せても同様のデータを取得・挿入できたかどうかを比較・評価した。実験期間は二週間、実験参加人数は 10 人であった。

結果を表 2 に示す。この結果から日常生活で取得・挿入する操作の 6 割以上を DB に問合せず RFID メモリから取得できることが分かった。なお、実験環境は 4.2 節に示した通り全体の約 6 % に解が書き込まれている状態である。このことからタグ検知により生じる定型的クエリの大半は頻繁に検知される一部のタグから発生しており、これらのタグに書き込みを行うことで効果的にサーバ負荷を低減できることを示せた。

5 まとめと今後の課題

本論文では、タグを検知する度に生じる定型的クエリの解を予め RFID メモリに記述することで、電子タグ付き空間における DB サーバ負荷の低減手法について提案した。提案手法を実装する為の環境構築手法及び提案手法の評価を行い、有用性を示した。今後の課題として、本研究では有線リーダを用いたため行動範囲が限定されていたことから無線リーダを用いた同様の実験を行う必要があると考えられる。また、RFID メモリに書き込んだ内容の更新についても利用頻度と更新頻度などの比較により評価していく必要がある。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金 (若手研究 (B): 課題番号 21700102, および特定領域研究 (情報爆発 IT 基盤) 課題番号 21013023) の助成を受けて行った。

参考文献

- [1] Marco Mamei, Renzo Quagliari, Franco Zambonelli, Making Tuple Spaces Physical with RFID Tags, Proceedings of the 2006 ACM symposium on Applied computing, pp434-439, 2006
- [2] 楓仁志, 山原裕之, 野口豊司, 島田幸廣, 島川博光, 接触物体から個人の行動を認識するための確率的手法, 情報処理学会論文誌, Vol.48, pp.1479-1490, No.3, 2007.
- [3] 清水隆司, 古賀浩史, 富井尚志, 大量の RFID データを扱う概念共有環境 CONSENT の運用による実用性の評価, 日本データベース学会論文誌, Vol.8, No.1, pp.41-46, 2009.6.