

家庭向け RF タグシステムにおけるフィルタリング機能の提案

近藤 一則† 江原 正規† 星 徹†

1. 背景

近年、主に流過程での使用が検討されている RF タグの家庭内利用が期待されている。筆者らは、RF タグを貼付した書籍と RF タグリーダ付ブックシェルフによる書籍管理や RF タグを貼付した食品と RF タグリーダ付冷蔵庫における食品管理等のシステムを提案しプロトタイプによる有効性を検討してきた。その過程で、RF タグの性質上、電波、電磁誘導による干渉や雑音等の影響により RF タグに書き込まれた情報の読み取りに失敗することがあり、読み取り率を常に 100%にすることは非常に難しいことを確認した。このためシステムの信頼性が高まらないという問題があり、さらに読み取り頻度が少ないと情報と物との対応がとれなくなるという問題も生じる。

2. 目的

RF タグリーダ付冷蔵庫、RF タグリーダ付ブックシェルフなど、RF タグの家庭利用を想定し、高信頼で、低負荷な RF タグ応用システムを実現する。このために、RF タグ読み取り率の向上とシステムの処理負荷軽減を図るフィルタリング方式を提案する。

3. RF タグの家庭利用システム



図 1 RF タグリーダ付冷蔵庫

食品に添付した 13.56MHz 帯の RF タグを冷蔵庫内の RF タグアンテナ・リーダで読み、冷蔵庫内の食品管理や賞味期限管理を行う (図 1)。



図 2 RF タグリーダ付ブックシェルフ

書籍に添付した 13.56MHz 帯の RF タグをアンテナ内蔵ブックシェルフで読み取り、書籍管理を行う (図 2)。

4. フィルタリング機能

4.1. 課題

リーダが RF タグの読み取りを行う際に雑音等の影響を

† 東京工科大学コンピュータサイエンス学部
コンピュータサイエンス学科

受けることにより、読み取り率が 100%ではなくなる。例えば 1 秒ごとに 10 秒間、計 10 回の読み取りを行った場合、本来ならば 10 回のタグ情報取得可能のところ、環境により 6 回程度しか取得できないことがあり、読み取れなかった 4 回については物品が存在しなかったと判断する場合がある。このような問題のためアプリケーションが RF タグ付物品の所在有無を正確に保持することができない。

また RF タグを認識することにより RF タグ情報を管理するデータベース (以下、マスターデータベース) を更新する方式では処理の負担が大きい。

4.2. フィルタリング機能の提案

家庭向け RF タグシステムにおいてフィルタリング機能を提案することにより課題を解決する。図 3 に想定するシステムの概要図を示す。例として冷蔵庫食品管理アプリケーションを挙げる。

フィルタリング機能概要を図 4 に示す。ここで、フィルタリング機能とは、一定時間 RF タグの読み取り動作を行い、この間の読み取り率が閾値 X 以上ならばこの間については RF タグを読めたと判断し、読み取り率を 100%に引き上げ、一度だけマスターデータベースを更新する。また最適な閾値 X を求める方法として冷蔵庫、本棚に設置した RF タグリーダを利用し一秒間の最多読み取り回数、平均読み取り回数をそれぞれの環境で事前に測定した。この測定結果について最小値と正規分布という二種類の観点で閾値算出の検討を行う。

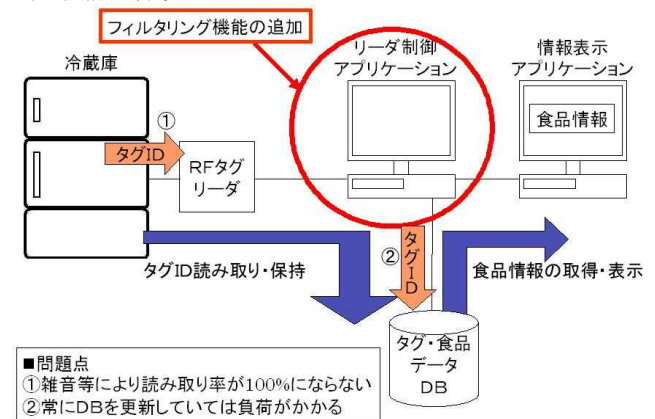


図 3 想定するシステムの概要図

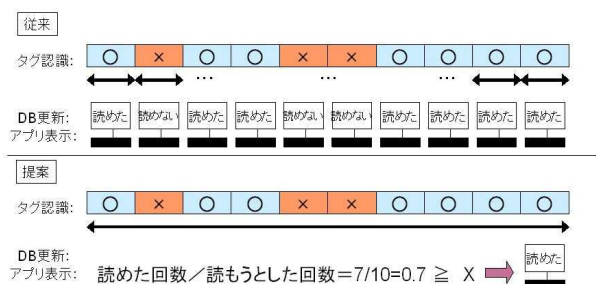


図 4 フィルタリング機能の概要

4.3. 閾値の決定方法

測定結果について最小値と正規分布という二種類の観点で閾値算出の検討を行う。なお、以降の実験で使用する RF タグは SATO 製 13.56MHz パッシブタグを用いる。

(1) 最小値による閾値決定

RF タグリーダ付冷蔵庫、及び RF リーダ付ブックシェルフそれぞれの環境に RF タグを 5, 10, 15 個配置し、読み取り実験を行う。30 秒間×10 セットの測定において、1 秒間の読み取り率の最小値をそれぞれの閾値として採用する。また最小値が雑音等の影響を受けている場合などを考慮し、2 番目に小さい値も閾値として採用する。

(2) 正規分布による閾値設定

上記と同じ環境、条件で実験を行い 1 秒間の読み取り率の平均、標準偏差を求め正規分布を作成 (図 5)。正規分布より -2σ に該当する読み取り率を閾値として採用する。

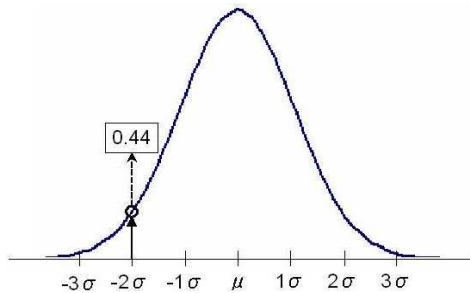


図 5 正規分布を用いた閾値算出 (冷蔵庫, タグ数 5)

(3) 検討

この二つの算出方法について、フィルタリングに該当する割合に注目し検討した。最小値による閾値決定では 2 つの環境、3 つのタグ数、2 つの閾値候補、計 12 パターンの内、5 つでフィルタリングに該当する割合が 100%であった。この場合低い読み取り率の向上も図れるが、周囲の関係ないタグ、現在はない過去のタグ情報を保持することがある。一方正規分布におけるフィルタリングに該当する割合は、6 パターンの内最小 75.4%, 最大 96.9%, 平均 90.2%であった。結果、多くのタグについて読み取り率の向上が期待でき、かつ雑音等によるイレギュラーなデータを除くことが可能である正規分布を用いた閾値の算出法を選択した。

上記の方法により RF タグ読み取り率向上とマスターデータベース更新頻度減少による負荷軽減を図ることができる。

4.4. 評価項目

フィルタリング機能の開発を行い、機能実装前後における読み取り率とマスターデータベース更新頻度の比較を行うことで有用性を確認する。冷蔵庫内と本棚それぞれに取り付けた RF タグアンテナ上に RF タグを 5 個、10 個、15 個配置し、読み取り実験によって評価を行う。

5. 開発

フィルタリング機能は図 3 中のリーダ制御アプリケーションに実装した。RF タグリーダの読み取り動作開始、終了、機器設定機能を備える。またマスターデータベースに、読み取った RF タグの UID、アンテナ番号、カウント、読み取り時刻を登録する。登録・更新間隔の設定が可能で、指定がない場合に冷蔵庫で 10 回/秒、本棚で 7 回/秒更新する。

6. 評価結果

6.1. 閾値の決定

表 1 冷蔵庫, 本棚における閾値

タグ数	冷蔵庫	本棚
5 個	0.440	0.514
10 個	0.360	0.400
15 個	0.247	0.257

事前の測定実験より、それぞれの環境ごとに正規分布を用いて閾値を決定した (表 1)。

6.2. 読み取り率

冷蔵庫, 本棚におけるフィルタリング機能実装前後の読み取り率を表 2 に示す。どちらの環境においてもタグの数が 5 個、10 個、15 個それぞれの場合でフィルタリング機能実装後に読み取り率が向上していることが確認できた。

表 2 冷蔵庫, 本棚における読み取り率の比較

タグ数	冷蔵庫 フィルタリング		本棚 フィルタリング	
	なし	あり	なし	あり
5 個	0.516	0.969	0.578	0.865
10 個	0.418	0.899	0.492	0.754
15 個	0.305	0.963	0.350	0.964

6.3. マスターデータベース更新頻度

表 3 にフィルタリング機能実装前後におけるマスターデータベースの更新回数を示す。機能実装前後の数値はマスターデータベースの更新間隔を 1 秒とした場合の実験結果である。どちらの環境においても更新回数の減少を確認することができ、特に RF タグの数が多くなったときにその効果が期待できることが分かった。

表 3 冷蔵庫, 本棚における 1 秒間の DB 更新回数

タグ数	冷蔵庫 フィルタリング		本棚 フィルタリング	
	なし	あり	なし	あり
5 個	26	1	21	1
10 個	42	1	35	1
15 個	46	1	37	1

7. 結論

フィルタリング機能実装後、読み取り率の向上とデータベース更新頻度の減少を図ることができ、本機能の有用性を確認できた。なお本研究は基礎実験を行い、基礎データを得ることを主な目的としているためタグ数は 3 パターンに限定した。より実環境に近づけるため、タグ数をさらに増やした場合のフィルタリング結果、効果の限界等を調査する必要がある。また本機能は事前に適切な閾値を決定することが必須であるため、閾値決定が容易となるアプリケーションなどを別途用意することが望ましいと考える。

8. 参考文献

- [1]宇佐美光雄, 山田純:「ユビキタス技術 IC タグ」, オーム社, P.92-120
- [2]満松原望, 縄田和満, 中井検裕:「統計学入門」, 東京大学出版会, P.120,122,280