

位置情報を用いたアクセス制御に基づく ファイルシステムの設計と実装

八木 佑侑季[†] 狐崎 直文[‡] 齊藤 裕樹^{††} 戸辺 義人[‡]

青山学院大学大学院理工学研究科理工学専攻知能情報コース[†]

青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科[‡]

明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科^{††}

1. はじめに

情報化社会と呼ばれる現代において、情報が置かれ、管理される場所には様々な形態が存在する。特に電子データとしての情報は、ユーザが所有するデバイス内で管理する場合や、ネットワークを隔てた記憶装置で管理する場合が主である。しかしながら、管理される情報と実世界の場所に関連性がある場合、情報をその実世界の場所に置いて管理することが有効である。先に我々は、実世界の場所をディレクトリとみなし、情報を仮想的に実世界の場所に置いて管理可能なファイルシステム、RWFS¹⁾を提案した。前研究においては、ファイルが置かれている場所に、実際にユーザが行かないと、ファイルの参照や変更作業を行うことが不可能であった。本研究では、ファイル所有者、そのファイルが置かれている場所にいるユーザ、および、それ以外のユーザに対してアクセス権限を割り当てることが可能なファイルシステムを提案、実装し、基本性能を評価する。

2. 関連研究

場所と情報の結びつけに関連した研究として、実空間定義型ユビキタスシステム：空間情報サービス(USIS)²⁾がある。USISは実世界でサービスを提供する場所に“バルーン”と呼ばれる仮想空間を設定し、バルーンを掴む、接触する、移動させるといった操作で、サービスの起動や結合ができるサービスである。様々な場所に点在するバルーンは、位置情報ごとに構成/管理が可能である。USISは、場所ごとのサービス管理を重視しているのに対し、本研究は、場所と情報資源の保護属性が関連づけられた、ファイルシステムとしての側面を重視している。

3. RWFS の設計

RWFSは、管理されるファイルへのアクセス制御はユーザの位置情報によって行うことができるファイルシステムであり、クライアントとサーバから構成される。

3.1. 基本設計

RWFSの主要な要素は(1)実世界ディレクトリ、(2)Locator、(3)アクセス制御機構があり、すべてサーバが保持する。

(1)実世界ディレクトリ(RWD: Real-World Directory)は、実世界における場所と紐付けたディレクトリである。RWDは他のRWDに従属したり、包含したりすることが可能である。図1に示す例では、Building Aという場所がFloor 1およびFloor 2という場所を包含し、Floor 1がRoom AおよびRoom B、Floor 2がRoom CおよびRoom Dを包含している。

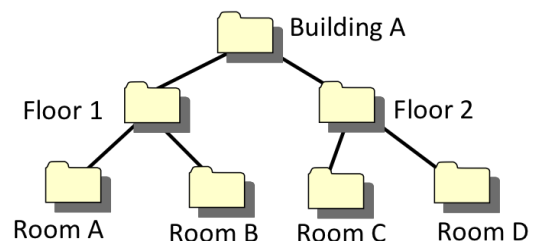


図1 実世界ディレクトリ

(2) Locatorは、ユーザの位置推定を行う機構であり、任意の位置推定技術を実装することが可能である。クライアントは位置推定用の情報をサーバへと送信し続けることで、サーバが有するLocatorによって常にクライアントの位置を把握することができる。

(3) アクセス制御機構はファイルのアクセス権限を一元管理している。ファイルに設定されたアクセス権限、実世界ディレクトリの構造、およびLocatorで測位されたユーザの位置情報を基に、情報へのアクセス制御を行う。

Design and Implementation of File System Based on Access Control Using User's Location

^{†‡} Yuki YAGI, Yoshito TOBE, Naofumi KITSUNEZAKI/
Aoyama Gakuin University

^{††} Hiroki SAITO/Meiji University

3.2. アクセス制御

RWFS におけるファイルへのアクセスは、ユーザの位置情報に応じて制御することが可能である。すなわち、ユーザが特定の場所に行かないと参照・変更できないファイルを作成することが可能である。アクセス制御に必要な情報として、次の 3 つの情報が各ファイルに設定される。

- ・ ファイルの所有者
- ・ ファイルが置かれている実世界の場所
- ・ アクセス権限

表 1 に示すのは、ファイルに設定可能なアクセス権限である。これらのアクセス権限を次の 3 種類のユーザ (a), (b), (c) に対して設定することを可能とする。

- (a) ファイルの所有者
- (b) ファイルが置かれている場所にいるユーザ
- (c) それ以外のユーザ

表 1 設定可能なアクセス権限

アクセス権	意味
read	ファイルを読むことが可能
write	ファイルの変更が可能
execute	ファイルを実行が可能

各ファイルには、これらの情報を図 2 のように保有する。アクセス制御機構では、これらの情報によってユーザの情報資源へのアクセス制御を行う。ユーザはこのとき、自分がいる実世界の場所（実世界ディレクトリ）、および、そのすべての親ディレクトリに対応する場所にいるとみなされる。例えば、図 1 において、ユーザが Room B にいる場合、そのユーザは同時に Floor 1 および Building A にいるものとみなす。

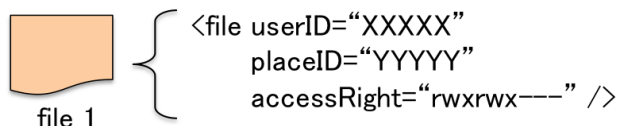


図 2 ファイルに対するメタデータ

4. 実装

クライアントとサーバ間は、TCP のソケット通信を行う。システム全体の構成図を図 3 に示す。Locator には Wi-Fi 電波強度を用いたフィンガープリント法による屋内位置測位技術を実装した。クライアントは電波強度の取得を容易にするため、オペレーティングシステムに Linux を使用して実装を行った。

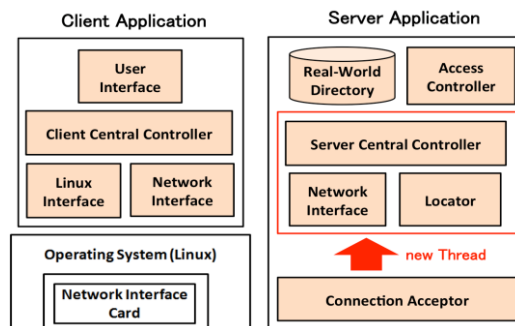


図 3 システムの全体像

5. 評価実験

表 2 に RWFS の基本操作に要する時間の計測結果を、クライアントからサーバへのファイルのアップロードに要する時間を表 3 に示す。結果、基本的なファイルシステムの操作を少ないオーバヘッドで実行できることがわかる。

表 2 RWFS 操作に要する時間

	平均 [ms]	標準偏差 [ms]
NIC スキャン	6209	131
ディレクトリ変更	326	88
ディレクトリ作成	338	68

表 3 アップロードに要する時間

データサイズ	平均 [ms]	標準偏差 [ms]
1 KB	310	81
10 KB	169	51
100 KB	372	166
1000 KB	1942	591

6. むすび

本研究では、電子データを実世界の場所に置くことによって管理することができるファイルシステム、RWFS を提案した。この提案により、コンピュータ内部で扱われる電子データを、実世界という物理空間と結びつける新しい情報管理が可能となった。

参考文献

- 1) 八木 佑侑季, 狐崎 直文, 斉藤 裕樹, 戸辺 義人: RWFS: 位置情報による空間アクセス制御を行うファイルシステムの設計と実装, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO) シンポジウム (2014)
- 2) 森 信一郎, 畠添 菜美, 塩内 正利, 原 政博, 藤野 信次: 実空間定義型ユビキタスシステム: 空間情報サービス (USIS), 情報処理学会研究報告 (2005)