



本システムではこの  $G_T$  をサービス検索に利用する。 $G_T$  を生成する際には、部屋だけでなく建物の入口、階段なども  $V$  とすることで  $E$  の数を減らし、効率良く距離の比較ができる。このように  $G_T$  を生成することで階段の上り下りや、エレベータなどの建物の構造を考慮に入れた体感距離の計算ができる。

また、本システムは  $w(u, v)$  をユーザの移動時間を取得する度に更新するため、ユーザの空間から空間への移動で自動的に  $G_T$  が生成される。そのため、管理者はリーダーを設置し、部屋にあるサービスを登録するだけで、建物内外の構造、地図をあらかじめシステムに入力する必要がない。

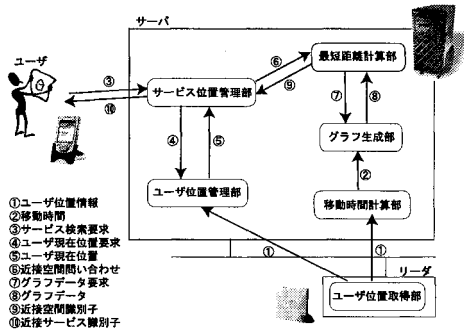


図 2: システム構成図

### 3 システムの設計と実装

本システムは以下の機能とモジュールから構成される。またこの関係を図 2 に示す。

- ユーザの現在位置取得機能
  - a ユーザ位置取得部
  - b ユーザ位置管理部
- サービス検索機能
  - c サービス位置管理部
- 近接サービス特定機能
  - d 移動時間計算部
  - e グラフ生成部
  - f 最短距離計算部

ユーザ位置管理部, サービス位置管理部, 移動時間計算部, グラフ生成部, 最短距離計算部は想定環境であるキャンパスやオフィスに存在するひとつのサーバ上で動作する。またユーザ位置取得部は、ユーザの位置情報を取得するデバイス上で動作する。

以下に各モジュールについて述べる。

- ユーザ位置取得部 (a)
 ユーザの空間への入退出イベントをタイムスタンプとともに、ユーザ位置管理部と移動時間計算部に送る。
- 移動時間計算部 (d)
 ユーザが空間  $u$  から出た時間となりの空間  $v$  に入った時間の差分から  $(u, v) \in E$  の移動時間を計算する。計算した移動時間をグラフ生成部に渡す。
- グラフ生成部 (e)
 移動時間計算部から渡される  $(u, v)$  の移動時間の算術平均を計算し、その値を  $w$  とする。ユーザの移動

時間が移動時間計算部から渡される度に  $w$  を再計算し、 $G_T$  を更新する。全てのユーザの移動時間を利用することにより、サービスを検索するユーザが通ったことのない経路でも、距離の比較ができる。

- 最短距離計算部 (f)
 サービス位置管理部からユーザの現在いる空間  $s \in V$  と、サービスの存在する複数の空間  $v_0 \dots v_n \in V$  を受け取る。空間  $s$  から  $v_k$  までの最短距離  $\delta(s, v_k)$  を Dijkstra アルゴリズムを用いて計算する。結果として  $\delta(s, v_k)$  が最小となる  $v_k$  をサービス位置管理部に返す。
- ユーザ位置管理部 (b)
 ユーザの現在位置を空間単位で管理する。サービス位置管理部からのユーザの現在位置要求に対してユーザの現在いる空間識別子を返す。
- サービス位置管理部 (c)
 サービスの位置を空間単位で管理する。サービスを新たに追加する場合、システムの管理者がそのサービスの空間を登録する。ユーザからユーザ識別子とユーザの利用要求サービス名を受け取り、サービス識別子を返す。ユーザの要求に該当するサービスが複数存在する場合は、ユーザの現在位置をユーザ位置管理部に問い合わせ、ユーザの存在する空間識別子とサービスの存在する空間識別子を最短距離計算部に渡し、最も近接する空間を問い合わせユーザに結果のサービス識別子を返す。

本システムは Java 言語で実装した。ユーザの位置情報を取得するデバイスとしては RF-Code を用いた。

### 4 まとめと今後の課題

本稿では、ユーザの移動時間を考慮したサービス検索を実現するシステムの設計、実装について述べた。本システムを用いることにより、ユーザの体感距離を考慮して、ユーザに近接するサービスを検索できる。また、管理者が建物の構造を入力することなく、空間間の距離関係を比較できる。

今後は、より個々のユーザの体感距離に合ったサービスの検索を可能にするため、全てのユーザでひとつのグラフを共有するのではなく、ユーザごとのグラフも生成する。ユーザの移動時間からより信頼性の高い重み  $w$  を計算するために、他の計算方法も評価する。また、本システムの対象環境を、ひとつのキャンパス、オフィスなどから複数のキャンパス、オフィスなどに広げるため、スケーラビリティを考慮する。さらに本システムのサービス検索以外の利用についても考察する。

### 参考文献

- [1] RF Code, Inc., <http://www.rfcode.com/>
- [2] Sun Microsystems, Inc., <http://java.sun.com/products/javacard/>
- [3] Czerwinski, S. E., Zhao, B. Y., Hodes, T. D., Joseph, A. D. and Katz, R. H.: An Architecture for a Secure Service Discovery Service: The Fifth Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, pp.4-35 (1999) The Ninja Team: The Ninja Project. <http://ninja.cs.berkeley.edu>
- [4] 楠本晶彦, 岩井将行, 中澤仁, 大越匡, 徳田英幸: 物理的位置情報に基づくサービスの自動検出を実現するミドルウェアの構築: マルチメディア, 分散, 協調, とモバイル (DICOMO) シンポジウム (2000)