

状況空間に基づく位置依存サービスの階層管理

川成 宗剛[†] 山原 裕之[†] 島田 幸廣^{††}

高田 秀志^{†††} 島川 博光^{†††}

[†]立命館大学大学院 理工学研究科 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

^{††}株式会社ゴビ 〒600-8813 京都府京都市下京区中堂寺南町 134

^{†††}立命館大学 情報理工学部 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

E-mail: [†]{sogo,yama}@de.is.ritsumeai.ac.jp, ^{††}shimada@go-v.co.jp,

^{†††}{htakada, simakawa}@cs.ritsumeai.ac.jp

あらまし 移動するユーザに対して状況に応じた情報を提供するためには、ユーザの状況を判断し、ユーザにとって必要となり得る情報を選定する必要がある。本研究では、状況に適したサービスが定義される領域を状況空間と呼び、階層的な位置表現モデルを用いて状況空間を管理する。無線通信機能を備えた携帯端末に登録されたスケジュール項目と位置情報に応じて状況空間を拡張する。また、ユーザの移動経路に含まれる状況空間を選定する。こうすることで、ユーザが必要とするであろう情報を絞り込むことができる。状況空間により、ユーザは自身の状況を継続的に考慮することなく、状況に適したサービスを楽しむことができるようになる。

キーワード 位置依存, 状況, 階層管理, ECA ルール, センサ

Hierarchical Management of Location Dependent Services Based on Situation Space

Sogo KAWANARI[†], Hiroyuki YAMAHARA[†], Yukihiro SHIMADA^{††},

Hideyuki TAKADA^{†††}, and Hiromitsu SHIMAKAWA^{†††}

[†] Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University 1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu-shi, Shiga, 525-8577 Japan

^{††} GOV Co.,Ltd. 134 Chudojiminami-cho, Shimogyo-ku, Kyoto-shi, Kyoto, 600-8813 Japan

^{†††} Department of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University 1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu-shi, Shiga, 525-8577 Japan

E-mail: [†]{sogo,yama}@de.is.ritsumeai.ac.jp, ^{††}shimada@go-v.co.jp,

^{†††}{htakada, simakawa}@cs.ritsumeai.ac.jp

Abstract It is necessary to select appropriate information with estimation of a user situation including location information for providing information the user needs. This paper proposes narrowing information down with the situation space which is defined with the user situation and appropriate information for the situation. The situation space is managed with a hierarchical location model. The proposed method narrows information down by expansion of the situation space according to the user location and the schedule registered in his portable computer. It realizes to provide appropriate information for user without considering his own situation continuously.

Keyword Location Dependency, Situation, Hierarchical Management, ECA Rule, Sensor

1. はじめに

近年、測位デバイスやセンサなどの性能向上や携帯端末の普及にともない、ユーザは移動しながら必要な

サービスを取得できる環境が整いつつある。しかし、情報機器の操作に不慣れなユーザは、必要なサービスを楽しむことができない。また、情報機器の操作に

慣れたユーザでも、電車の遅延などの突発的な出来事が発生した場合に対処できないことがある。

本研究は、移動しているユーザが自身の状況を継続的に考慮しなくとも、状況に適したサービスが提供されるユビキタス空間を実現することを目的としている。

たとえば、通勤時は、自宅の戸締りの確認サービスを提供したり、電車の遅延をユーザに通知したりする。しかし、ユーザに通勤するという目的がない場合には、何も通知しない。このようなサービスは、窓の開閉状態、位置情報などのユーザの状態とユーザの目的を組み合わせ、ユーザの状況を判断することで実現できる。本研究では、文献[11]にあげた手法などによりユーザの目的が取得できるものとする。

提案手法は、領域を階層的に管理するモデルを用いて、ユーザの位置情報を表現する。ユーザの状況は、その領域に設置されている多数のセンサから取得できる情報と WEB API などを用いて取得できるネットワーク上の情報、そしてユーザの目的やユーザの状態をもとに判断する。状況と状況に適したサービスを領域ごとに定義し、状況を判断するために必要な情報も領域ごとに管理する。ユーザの目的やセンサ状態の変化が起こったときに、ユーザが存在する領域に定義された状況が成立しているかを判断し、ユーザの状況に適したサービス提供を実現する。また、領域の階層構造を利用し、ユーザの状況に応じて、ユーザが存在する領域の親、および祖先にあたる領域のサービスを提供する。さらに、ユーザに移動する予定があるとき、移動先の物体の状態も考慮したうえで、状況に適したサービスを提供する。提案手法は以下の特長を持つ。

情報機器の操作に不慣れなユーザでも、簡単な予定を入力することで、状況に適したサービスが提供される。

突発的な出来事が発生した場合でも、ユーザに対して状況に適したサービスを提供できる。

ユーザの滞在領域と異なる領域で管理されるサービスも提供できるので、ユーザが領域を移動しても状況に適したサービスを提供できる。

以下、2章では位置依存サービスを提供するために必要な情報とサービスを提供するための問題点について述べ、3章では状況に適したサービスを提供するエリアコンシェルジュを実現する手法について述べる。4章では関連研究との比較を行い、5章でまとめる。

2. 位置依存サービスのために必要な情報

2.1. 実環境のセンサから取得する情報

センサから取得できる情報を利用することで、部屋の温度や、窓の開閉状態などがわかる。ユーザの目的とセンサから得られる情報をもとに、ユーザの状況に

適したサービスを提供することが可能である。ユーザが外出するときに窓が開いていれば、家の戸締りを確認するサービスを提供するなど、その領域で提供したいサービスを実現できる。

サービスのために利用されるセンサは、領域の管理者が提供するサービスに依存するため、提供したいサービスに応じて設置される。状況を判断するためのルールは、センサの情報を含むため、サービスを提供するためのルールは、領域ごとに異なる。よって、領域ごとにルールを管理する必要がある。

2.2. ネットワーク上に分散する情報

天気情報、交通情報そして鉄道情報などを代表に、すでに www などのネットワーク上で公開されており、新たなセンサを設置せずに取得できる情報が存在する。

これらの情報はネットワーク上に分散しているため、情報を取得するための操作が必要である。また、これらの情報は、ユーザやセンサの状態に応じて領域から能動的に提供されるものではなく、ユーザが主体的に情報を取得する必要があるため、行動にさいしては、あらかじめ情報を取得しておく必要がある。

2.3. 位置に依存したサービス提供の困難さ

ユーザが移動する先で、その領域特有のサービスが、ユーザの状態に応じて提供されることが望ましい。しかし、その現実には以下に示す理由により困難である。**事前に把握できない領域ごとのサービス** ある領域で複数のサービスが提供されることは容易に想定できる。提供されるサービスが多数に及ぶ可能性がある。また、サービス提供者の意図や環境の変化により、提供されるサービスが追加、削除されることもある。したがって、ユーザが領域を移動する場合、領域ごとに変化する多様なサービスをユーザがあらかじめ把握しておくことは困難である。よって、ユーザが移動した先の領域で、ユーザの目的に適したサービスが自動で提供される必要がある。

情報機器の操作に不慣れなユーザ たとえば、交通情報を取得するためには、交通情報を管理しているサーバにアクセスし、必要な情報を発見しなければならない。情報機器の操作に不慣れなユーザは、これらの情報を取得するための操作を行うことが困難である。

突発的な出来事の発生 出張などで遠方に出かけるときは、自宅で目的地までのルートを調べたり、宿泊先のホテルを予約したりできる。また、無線通信機能のある携帯端末を用いることで、出張に向かう途中でもこのような情報やサービスを取得することができる。このように、ユーザはインターネットを利用することで、目的を達成するための情報をあらかじめ取得できる。しかし、ユーザは、あらかじめ取得した情報では対応できない状況に陥ることがある。たとえば、ホテ

ルに向かう途中で、電車の遅延が発生した場合などは、駅に到着したときに電車の遅延に気づき、時間をつぶすことになる。このような突発的な出来事に、ユーザが対応するためには、ユーザはあらゆる状況を考慮しながら移動し、携帯端末を用いて情報を継続的に取得しなければならない。

2.4. 既存の位置依存型サービス提供

ユーザの位置に応じたサービスを提供するための研究が行われている[7][8][9]。

SpaceTag は、位置や時間という制約条件を情報に付加し、情報へのアクセスや空間への情報追加を制限することで情報の価値を高めている[6]。

文献[2]は、物理的なサービスと追加されるデジタル情報との連携を可能にすることを目的とし、空間をデジタル情報の容器とみなして情報空間と呼ぶ。情報空間を用いて情報提供者が提供したい情報を、空間所有者が制限できる機構を提案している。

文献[9]は、ユーザの移動状況を考慮し、ユーザの移動経路に沿った情報の提供を実現している。しかし、ユーザが存在する位置に依存した情報だけでは、ユーザが要求する情報を提供できないことがあり、ユーザの状況に適した情報を柔軟に扱える必要がある[3]。

ActiveGIS は、ECA ルール[1]を用いてシステムの動作を記述する[8]。ECA ルールは、イベント(Event)が発生したさいに、コンディション(Condition)の条件が成立していれば、アクション(Action)を起こす。ユーザはあらかじめ ECA ルールを携帯端末に格納しておかなくても、各地に設置された移動体サーバと ECA ルールをやりとりすることで、アプリケーションを更新し、領域で提供される独自のアプリケーションを利用できる。ActiveGIS はサーバとユーザの携帯端末間のやりとりを ECA ルールで記述している。また、ActiveGIS はユーザが存在する位置の ECA ルールは取得できるが、ユーザが移動する予定の領域は考慮していないため、ユーザが存在する位置に依存しないが、状況に応じて必要となるサービスを提供することができない。

文献[5]は、分散する地理情報を統合し、情報の見え方のカスタマイズやアクセスの限定などを行うことで、簡易かつ柔軟な情報ナビゲーションを可能にしている。

上述の研究では、実環境のセンサからの情報やネットワーク上の情報をもとに、ユーザの状況に適した情報を提供していない。したがって、電車の遅延などの突発的な出来事が発生した場合に、ユーザの状況に適したサービスを能動的に提供することができない。また、情報機器の操作に不慣れなユーザを考慮したサービス提供は行われていない。

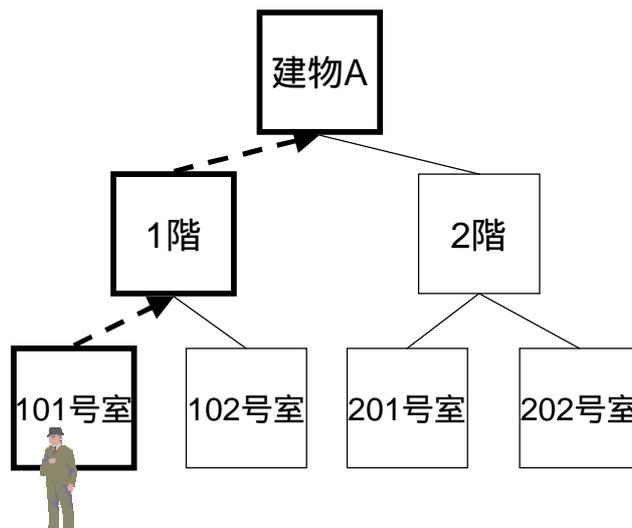


図 1：階層的な位置表現モデル

3. ユーザの状況に適したサービス

3.1. 階層的な位置表現モデル

本研究は、SpaceTag や ActiveGIS と同様に携帯電話のような携帯端末を持ったユーザが、移動した領域を管理するサーバを通じて情報を取得する環境を想定する。本研究では、著者が提案している階層的な位置表現モデルを用いて、ユーザの位置情報を表現する[4]。ユーザの位置情報はその領域にあらかじめ設置されている測位デバイスにより取得される。このモデルは測位デバイスの種類には依存せず、複数の測位デバイスを組み合わせ使用に対応することができる。階層的な位置表現モデルは、領域の包含関係を表現するために階層構造を用いる。また、任意の領域について親領域を1つとする。図1において、ノードは各領域を表現しており、一意の識別子で同定される。ノードと測位デバイスの認識範囲を対応付けることで、取得された対象物の位置情報を表現する。たとえば、101号室に設置されている測位デバイスに対象物がセンスされたときには対象物の位置情報は101号室と表現される。

階層的な位置表現モデルを適用している場合において、対象物がある領域に存在するという位置情報を、対象物が存在する領域の親領域に存在するものとして位置情報を演繹することを位置情報の広域化ビューと呼ぶ。位置情報の広域化ビューを適用することで、対象物が図1の101号室に存在するという位置情報を、建物Aという親領域に存在するものとして扱うことができる。

階層的な位置表現モデルは、測位デバイスの追加、削除にも柔軟に対応できる。たとえば、図1の建物Aにエレベータが存在し、エレベータに測位デバイスが追加されたとする。その場合、建物Aの子ノードとしてエレベータというノードを追加し、測位デバイスと対

応付ける．設置されている測位デバイスが削除され，領域に測位デバイスが存在しなくなった場合は，そのノードを削除すればよい．

3.2. エリアコンシェルジュ

本研究では，領域に設置されているセンサの状態を管理し，ユーザの目的に適したサービスを提供するための機能をエリアコンシェルジュと呼ぶ．エリアコンシェルジュの概要を図2に示す．エリアコンシェルジュは，領域に設置されているセンサから取得できる窓の開閉状態といった情報やネットワーク上に分散している天気や鉄道の運行情報を領域ごとに統合して管理する．本稿では，領域に設置されたセンサから取得される情報とネットワーク上に分散している情報を物体の状態と考える．

サービスが提供される領域ごとにエリアコンシェルジュは存在している．ユーザはどの領域に移動しても，その領域を管理しているエリアコンシェルジュを窓口としてサービスを楽しむ．ある領域に滞在している場合，ユーザは，その領域内のセンサから取得される情報，その親や祖先にあたる領域内のセンサからの情報，ネットワーク上に分散している情報のいずれについても，滞在している領域のエリアコンシェルジュから提供される．

エリアコンシェルジュは，ユーザの状況に適したサービスを提供する．本稿では，ユーザの目的を b ，位置情報などのセンサによって取得できるユーザの状態，及び，ユーザの目的に関する物体の状態を S_i としたとき，ユーザの状況 を

$$: (b, S_1, S_2, \dots, S_n)$$

と定義する．エリアコンシェルジュは，状況ごとにユーザに提供すべきサービスを規定した ECA ルールの集合を持っている．エリアコンシェルジュは領域ごとに存在するので，ECA ルールの集合も領域ごとに存在する．エリアコンシェルジュは，自身内に存在するユーザの目的を取得し，その状況を計算したうえで，ECA ルールに照らし合せ，状況に応じたサービスをユーザに提供する．

たとえば，自宅のエリアコンシェルジュは，自宅の窓の開閉状況や火の元の ON/OFF を管理し，また駅のエリアコンシェルジュは，電車の遅延状況などの情報を把握している．ユーザが外出するときには，自宅のエリアコンシェルジュが，窓の戸締りや火の元の確認を行い，駅のエリアコンシェルジュに問い合わせ，電車の遅延が発生していればユーザに通知する．しかし，ユーザが外出する予定がなければ何も通知しないといったように，ユーザの目的や状態，そして物体の状態からユーザに適したサービスを選定し提供する．

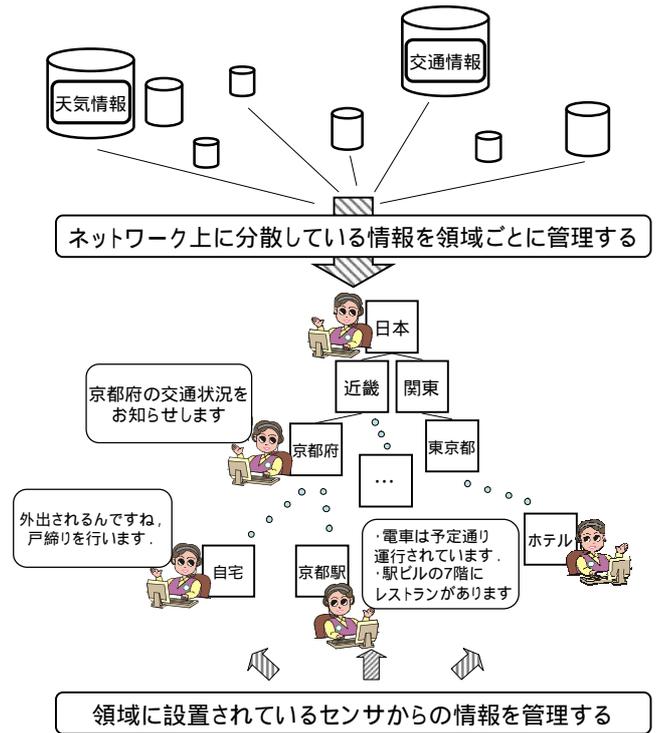


図2：エリアコンシェルジュ

エリアコンシェルジュは，ユーザの目的に適したサービスを提供するために必要な情報を，ユーザの代わりに取得し管理する．したがって，情報機器の操作に不慣れなユーザは，目的に適した情報を取得する手間が省け，突発的な出来事にも対応できるようになる．

3.3. 状況空間

本研究では，状況とその状況に適したサービスが定義される領域を状況空間と呼び，階層的な位置表現モデルで表現される1つのノードを1つの状況空間とする．状況とその状況に適したサービスは，ECA ルールを用いて記述される．本研究では，図3に示すように，イベントは

- ユーザの目的の変化
- 物体の状態の変化
- ユーザの状態の変化

のいずれかである．

コンディションは

- ユーザの目的
- 物体の状態
- ユーザの状態

の組み合わせにより記述される状況の成立を意味する．

アクションは

- ユーザが存在する領域内の状況にもとづくユーザへのサービス提供
 - 状況空間の拡張によるサービス提供
- のいずれかとする．状況空間の拡張によるサービス提

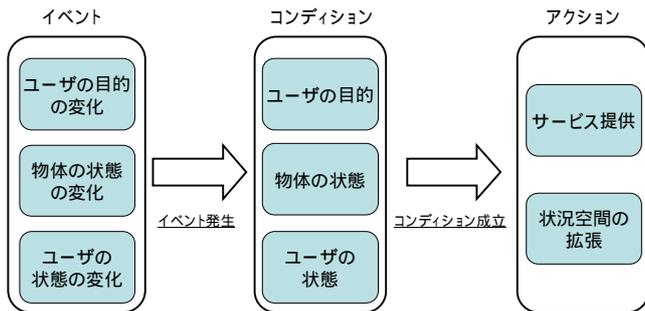


図 3 : ECA ルールに基づいたサービス提供

```

1 <SituationConfiguration id="Si001" name="うかうか外出できない状況">
2   <Group logicalOperator="and">
3     <Behavior id="Be001" name="外出"/>
4     <Group logicalOperator="or">
5       <Condition id="AC001" name="消灯NG" status="true"/>
6       <Condition id="AC002" name="火の元NG" status="true"/>
7       <Condition id="AC003" name="戸締りNG" status="true"/>
8     </Group>
9   </Group>
10 </SituationConfiguration>

```

図 4 : ECA ルールの記述例

供については 3.5 節で述べる。

状況空間を用いることで、突発的な出来事が発生した場合も、状況を判断し、状況空間に存在するユーザの目的に適したサービスを提供できる。したがって、ユーザは情報を取得するための操作を行う必要がなくなる。また継続的に情報を取得する必要もなくなる。

3.4. ECA ルールの記述例

ECA ルールの記述例を図 4 に示す。1 行目の Si001 は状況を表すための ID であり、3 行目の Be001 はユーザの目的を表す ID である。5~8 行目は、消灯ができていない、または火の元が消えていない、戸締りができていないという条件のうちのいずれかが成立していることを示している。3 行目と 8 行目で囲まれる部分が示すようにこの状態で、かつユーザの目的が外出の場合を考える。この場合が Si001「うかうか外出できない状況」に相当することを、図 4 の XML データは表している。

著者らは、消灯ができていないといった、人間が判断しやすい抽象情報を、すべての照明が OFF といった計算機が判断できる情報に変換する手法を提案しており、図 4 に示すように状況を記述することができる。また、状況に対応するサービスも同様に記述することができる [10]。

3.5. 状況空間の拡張

階層的な位置表現モデルを適用する場合、位置情報の広域化ビューにより対象物が存在する状況空間の親空間を特定できる。状況空間の親空間を同定することを状況空間の拡張と呼ぶ。状況空間の拡張により、子空間は親空間がもつ情報を取得することができる。すな

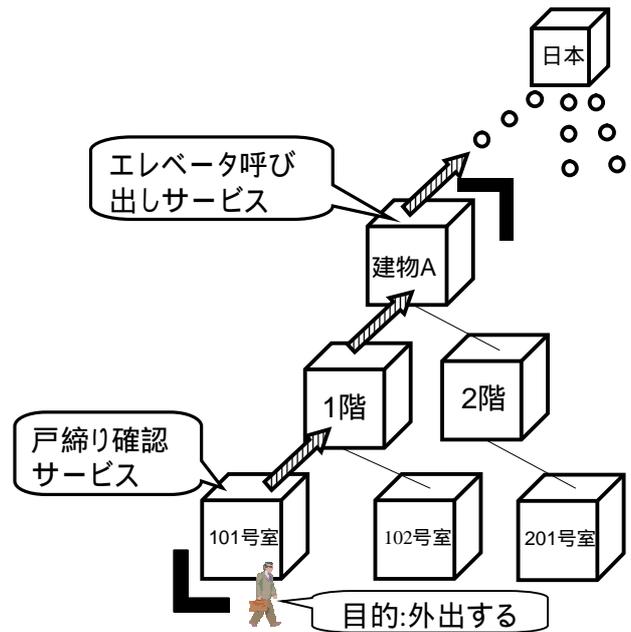


図 5 : 状況空間の拡張

わち、子空間に存在するユーザに親空間のサービスを提供することができる。ユーザが存在する状況空間をどこまで拡張するかは、領域で提供されるサービスに依存するが、サービス提供者によりあらかじめ定義される。

図 4 に示すように、ユーザが 101 号室に存在し、ユーザが外出するときは、状況空間が建物 A まで拡張されると仮定する。ユーザは 101 号室に存在するため、戸締り確認サービスが提供される。さらに、状況空間を拡張することで、エレベータ呼び出しサービスも提供することができる。

状況空間の拡張により、親空間で提供されるサービスを、子空間に定義する必要がない。したがって、親空間のサービスを提供するために必要なセンサからの情報などを子空間で管理しなくとも、管理している親空間に問い合わせればよい。状況空間の拡張により、サービスとそのサービスを提供するために必要な情報を、子空間で重複して管理する必要がなくなり、領域ごとに情報を管理することができる。

3.6. 領域指定による情報取得

本研究では、移動する予定があるとき、ユーザは移動先の領域とそこへの交通手段をあらかじめ指定しておくものとする。本稿では、ユーザの目的は取得できるものと仮定しているが、移動中、もしくは、移動先の領域での目的があらかじめ指定されていれば、それに応じたサービスを提供できる。図 6 に示すような領域と交通手段が指定されている場合、ユーザが目的地まで利用する交通機関の遅延状況を考慮したり、また電車内では個人向けのアナウンスを配信したりできる。

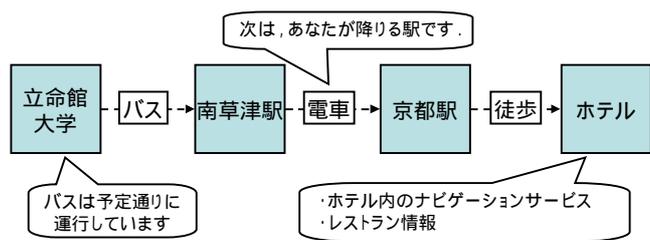


図 6：領域指定による情報取得

ユーザがホテルで食事をするとあらかじめ指定すれば、レストランの営業時間や食事メニューを提供できる。このように、情報機器の操作に不慣れなユーザが目的に応じて情報を検索し取得しなくても、移動する領域と目的を指定すれば、それに応じた情報やサービスを提供できる。

状況空間は、領域ごとに情報やサービスを管理する。したがって、ユーザは領域を指定するだけで、目的に適したサービスを楽しむことができる。

4. 関連研究との比較

本研究との関連がある研究[2][3]との対比を行い、提案手法の利点を明確にする。文献[2]は、空間をデジタル情報の容器とみなして情報空間と呼んでいる。情報空間は親子関係を持ち、親空間に情報オブジェクトを置くことは子空間に置くことであり、ユーザは子空間においても親空間の情報オブジェクトを取得できる。情報空間を用いることで、ある店舗の空間に、競合店が安売りなどのデジタル情報を勝手に追加するといったことを防ぐことができ、実空間で元々行われているサービスの価値を高める情報のみを空間に追加することができる。本研究も空間と関連付けて情報を記述している点は同じである。情報空間にはコンテンツ提供やアクセス制御のためのルールが記述されるのに対して、本研究で提案する状況空間にはユーザの状況に適したサービスを提供するための ECA ルールが記述されている。状況空間はユーザの目的や状態、そして物体の状態からユーザの状況を柔軟に判断し、サービスを提供することができる。本研究では、サービスの利用者が情報を追加できるという概念はなく、空間に ECA ルールを記述できるのは、サービス提供者またはその関係者のみである。

文献[3]は、位置依存情報配信システムにおける情報の関連、有効性を考慮してリンク元とリンク先が動的に決定される伝播リンクを提案している。位置依存情報配信システムでは、位置によりコンテンツが変更・更新されるため、位置に応じてリンク元、リンク先を自動的に決定することができる伝播リンクは有効である。伝播リンクは、地理的な距離でなく、時間的な距

離に近いレストランの情報を提供するといったように、配信するコンテンツ間のリンクを動的に変更することで、ユーザの状況に適した情報を配信することを可能にするが、ユーザの状況をどのように判断するかについては述べられていない。本研究は、ユーザの目的や状態、そしてユーザの目的に関係する物体の状態から、ユーザの状況に適したサービスを提供できる。

5. おわりに

本論文では、ユーザに対して状況に適したサービスを提供するための手法である状況空間について述べた。状況空間を階層的に管理し、移動する予定の領域を考慮することで、ユーザは移動しても、移動先の領域で状況に適したサービスを楽しむことができる。また、突発的な出来事が発生した場合にも対応できるようになる。さらに、ユーザが事前に簡単な予定を入力するだけで、エリアコンシェルジュはユーザの代わりに必要な情報を取得し、状況を判断したうえでサービスを提供する。これにより、情報機器の操作に不慣れな人を含めたユーザが状況に適したサービスを楽しむようになる。

今後は、提案手法の有用性を評価するためにシステムを実装し、実験を行う予定である。

文 献

- [1] Deniss. R. M, and Umeshwar. D, "The Architecture Of An Active Data Base Management System," Proc. ACM SIGMOD International Conf. on Management of Data, pp.215-224, Portland, United States, 1989.
- [2] 服部峻, 田中浩也, 田中克己, "実世界の情報環境を拡張するための空間依存型コンテンツ提供・アクセス制御記述方式," 第15回データ工学ワークショップ(DEWS2004), 2004.
- [3] 平松治彦, 角谷和俊, 上原邦昭, "位置依存情報配信システムのための空間ハイパーメディアの枠組み," 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.SIG05, pp.98-109, 2002.
- [4] 川成宗剛, 島川博光, "階層的な位置表現への広域化ビュー適用における追尾性向上," 第5回情報科学技術フォーラム(FIT2006)講演論文集, pp27-28, 2006.
- [5] 北角智洋, 池田哲夫, 田辺弘実, 星隆司, "分散した地理情報を統合利用する情報ナビゲーションシステム," 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.SIG15, pp.30-39, 2001.
- [6] 森下健, 中尾恵, 垂水浩幸, 上林弥彦, "時空間限定オブジェクトシステム:SpaceTag プロトタイプシステムの設計と実装," 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.10, pp.2689-2697, 2000.
- [7] 中西健一, 高汐一紀, 徳田英幸, "粒度の動的変更による位置匿名性についての考察," 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.9, pp.2260-2268, 2005.
- [8] 寺田努, 塚本昌彦, 西尾章治郎, "モバイル環境におけるアクティブデータベースを用いた地理情報システムについて," 地理情報システム学会空間 IT 分科会 第1回空間 IT ワークショップ, vol.2001, No.1, pp.26-33, 2001.

- [9] 塚本祐一, 石川佳治, 北川博之, “ 移動オブジェクトへの周辺情報提供のための空間データベース検索システムの実装と評価,” 電子情報通信学会論文誌, J-87-D-1, No.2, pp.202-215, 2004 .
- [10] 渡辺裕, 川成宗剛, 井上信介, 島川博光, “ 事例提示による抽象情報と具体情報の対応登録インタフェース,” 第 5 回情報科学技術フォーラム (FIT2006)講演論文集, pp495-496, 2006 .
- [11] H. Yamahara, H. Takada, and H. Shimakawa, “A Behavioral Pattern Adapted to Individual for Providing Ubiquitous Service in Intelligent Space,”. Proc. 5th WSEAS International Conf. on CIMMACS'06, 9 pages, Venice, 2006.