

D-039

# 協同作業空間における物体の特性を活かした収納立案

## Planning for Storing Objects Utilizing Their Characteristics in Collaborating Space

小林勇人†  
Hayato Kobayashi

原田史子‡  
Fumiko Harada

島川博光‡  
Hiromitsu Shimakawa

### 1. はじめに

オフィスなどの協同作業空間では、複数の人が作業をし、機材や道具などを共有して使用する。これらの物体は頻繁に使用するものからほとんど使用されないものまでさまざまである。それぞれの物体に対する使用頻度は、人により異なる。このため、すべての人にとって効率の良い収納位置に共有物を配置すべきである。また、効率だけでなく、関連性のある物体同士をまとめて収納することも考慮する必要がある。

本論文では物体の使用効率と特徴を活かした収納配置支援の手法を提案する。提案手法は物体の特徴的な要素を抽出し、関連性のある物体をまとめる。物体間の関連性を考慮したうえで、協同作業空間において使用効率の良い収納配置を提示する。

### 2. 収納管理

#### 2.1 収納管理の現状

RFID タグを用いた物体管理が研究されている[1]。この収納管理においてはリーダの設置場所に管理物体が存在しているか否かを判断しているため、自由に収納物の収納先を登録することは不可能である。そこで著者らは協同作業空間における収納物を、RFID システムを用いて登録することにより収納階層構造を構築する研究を行ってきた[2]。この研究では収納配置における作業の効率は考慮されておらず、協同作業空間における収納物体の配置を支援することも目的とされていない。

#### 2.2 ラフ集合

ラフ集合は対象の集合の特徴を、うまく特定できる範囲で粗くすることにより求める手法である[3]。ラフ集合においては、すべての情報の集合と同等に対象を識別できるための必要最小限の情報の部分集合が必要となる。この部分集合を縮約という。縮約により特徴的な情報を絞り込み、絞り込んだ条件を用いて集合を識別するためのルールを求めることができる。

### 3. 物体の特徴を考慮した収納配置

#### 3.1 物体特性と距離による配置支援

本論文ではオフィスなどの物体を共有する協同作業空間における収納配置支援の手法を提案する。収納配置においては、使用頻度が高い物体と人との距離が短いほど効率が良い。しかし、効率のみを求める収納配置では、物体間に関連性のない収納に陥る。そこで提案手法においては物体の使用効率最適化だけでなく、人が収納するさいに考慮すべき物体特性に注目する。物体特性とは、

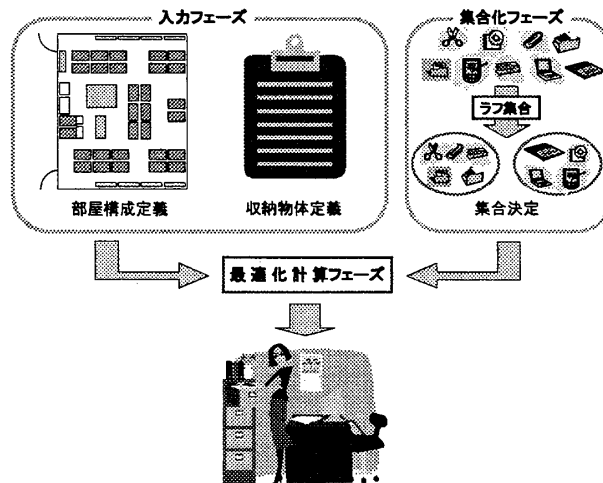


図1: 最適化計算モデル

物体が保持している要素から特徴的なものを示す。物体の特徴を活かした物体特性を、人と物体の距離による使用効率最適化計算に組み込む。このことにより使用効率だけでなく、物体同士の関連性を考慮した収納配置が可能になる。本手法は、図1に示すように、入力フェーズ、集合化フェーズ、最適化計算フェーズからなる。入力フェーズでは部屋構成と収納物体の特性が定義される。そしてラフ集合を用いて物体特性をもとに物体を集合化し、最適化計算を行う。

#### 3.2 入力フェーズ

入力フェーズでは部屋構成、収納物体が定義され、収納物体の集合が決定される。

部屋構成定義では部屋マップに、人が作業を行う位置、本棚やキャビネットのような収納先の位置をユーザが入力する。ユーザは、収納物が収納可能かどうかも考慮するために収納先の容量も入力する。本手法においては、人の位置と収納先の位置は固定する。

収納物体定義では、協同作業空間において実際に収納する物体名、物体の特徴を示すために用いる属性とその属性値、物体の使用頻度をユーザが定義する。属性はラフ集合による特徴抽出のために用いる。使用頻度は最適化計算に用いる。

#### 3.3 物体特性を活かした集合化

物体を収納するさい、人は何らかの関連性や目的をもとに集合群に分けて管理している。使用効率の面においても、関連性のある物体は同時に使用される可能性が高く、有益だと考えられる。そこで物体特性を抽出し、関連性のある集合に分類するためにラフ集合を用いる。物体特性をもとに分類することで関連性のある物体をまとめることが可能になる。

†立命館大学大学院 理工学研究科

‡立命館大学 情報理工学部

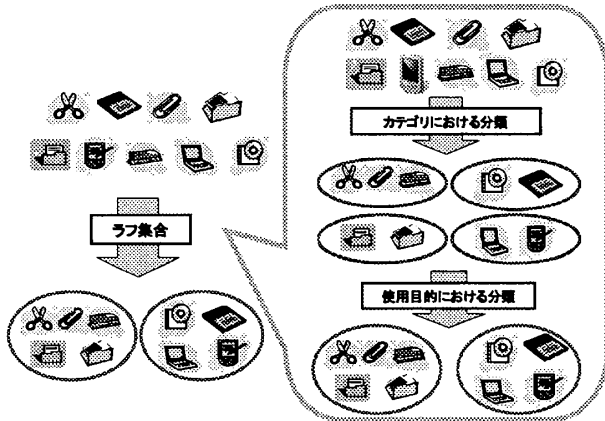


図2: ラフ集合を用いた収納物体の分類

集合群を決定するための分類は、大きく分けて2段階で行う。最初の段階では、物体のカテゴリに関する集合群に分類する。次の段階では、物体の使用目的に関する集合群に分類する。これを図2に示す。分類を2段階に分けることによって、一般的な分類とそれぞれの協同作業空間独自の分類を実現する。カテゴリにおける分類では一般的な物体の種類について集合化する。使用目的に関する分類においては、それぞれの協同作業空間における固有の目的に関する集合化を行う。分類の結果得られる集合の数が多すぎると最適化計算を行うさいの支障となる。また、集合が少なすぎた場合も関連性が薄くなることが考えられる。そのため、一定数の集合に分類できるまでそれぞれの段階においてラフ集合を利用した集合化を繰り返す。このことにより、関連性を保った集合化が可能になる。

ラフ集合を用いると、ユーザがあらかじめ定義した物体の属性のなかから物体特性として特徴的な属性が抽出され、抽出された属性に関する条件で集合が規定される。ラフ集合により生成された集合群がユーザの意思に沿わない場合には、再集合化のために新たな属性を追加する。新たな属性を追加したうえで再度、ラフ集合により集合群を生成する。例を挙げながら属性の追加について説明する。図2ではまずカテゴリにおける分類を行い、4つの集合に分類している。その後使用目的における分類により2つの集合に分類している。ここでユーザが図2の書類、資料、CD、FDを記録された媒体として集合にまとめて収納管理することを考えたとする。このときにユーザは新しく情報記録という属性を追加し、対応する物体について情報が記録されているかどうかを示す属性値を入力する。入力後、再度ラフ集合により集合化し、集合群を生成する。追加した属性である情報記録が物体特性として反映されることにより、ユーザが望む集合化が可能になる。

分類する集合が最終的に決定されたとき、それぞれの集合に含まれる物体を収納するために必要となる収納容量をユーザが入力する。

### 3.4 最適化計算フェーズ

最適化計算フェーズでは、まず部屋構成定義で入力した収納先の収納容量のうち、集合化フェーズで得られた

集合が必要とする収納容量より大きいものを計算する。最適化計算では関連性が考慮された集合について、それより大きな容量をもつ収納先のうち使用効率の最適なものを計算する。

最適な使用効率を計算するために、まず一定期間中に物体を使用するために要した距離を求める。このために人と物体との距離、物体の使用頻度を利用する。人に対して物体  $a$  との距離を  $d_a$  とする。距離の算出には部屋構成における部屋マップを用いる。物体の使用頻度  $f_a$  は収納物体入力で入力した値を用いる。このときに

$$W_a = d_a \cdot f_a$$

により求められる値を物体  $a$  に関する取得仕事量  $W_a$  とする。協同作業空間に存在する物体すべてについて取得仕事量を計算することにより、人  $A$  に関しての取得仕事量を求めることができる。これは物体  $a$  から物体  $z$  まであるときに、

$$W_A = W_a + W_b + W_c + W_d + W_e + \dots + W_z$$

で表される。これを協同作業空間に存在するすべての人に対して計算することで、合計取得仕事量  $T$  を求めることができる。合計取得仕事量は人  $A$  から人  $Z$  までいる場合、

$$T = W_A + W_B + W_C + W_D + W_E + \dots + W_Z$$

で表される。

収納先の個数が  $N$  個、収納物体の集合の個数が  $m$  個あったとき、収納の組合せは最大  $N^m$  通りになる。この  $N^m$  通りの合計取得仕事量の組合せから、最小値をとる組合せを最適取得仕事量とする。最適取得仕事量を求めることにより、使用効率の最適な配置を決定する。

## 4. 提案手法の有用性

本手法の有用性は、使用効率だけでなく物体特性を活かした収納配置を提示することである。ラフ集合を用いることで、収納するさいに物体の特徴的な属性を抽出し集合化できる。また、ユーザの意思に沿わない場合には、特徴的な属性を追加することによってユーザの意思に沿った集合群を生成する。このことにより物体間に関連性があり、かつ効率的な収納配置を支援することが可能である。

## 5. おわりに

本論文では協同作業空間における、使用効率だけでなく物体特性にも注目した収納配置支援の手法を提案した。今後は実装および実験を行うことで提案手法の有用性を検証する予定である。

## 参考文献

- [1] Matthias Lampe, Martin Strassner, "The Potential of RFID for Moveable Asset Management", Workshop on Ubiquitous Commerce at Ubicomp 2003, 1, 2003.
- [2] 山田雅俊, 小林勇人, 島川博光, 電子タグを用いた収納管理における階層的对象関係の自動判定, 第6回情報科学技術フォーラム.
- [3] 森典彦, 田中英雄, 井上勝雄 編, ラフ集合と感性—データからの知識獲得と推論, 海文堂, 2004.