

協調作業支援における表示要求を考慮した オブジェクト表示の最適化

菊田 裕次[†] 岩井原 瑞穂[†]

アブストラクト

インターネットに代表される近年のコンピュータとそのネットワークの発達、及び遠隔地間での共同作業を背景とし、共同作業者が分散した状態で行われる協調作業をコンピュータネットワークを用いて支援する研究が盛んになっている。

電子メールに代表されるメッセージによって意志疎通を図り、作業対象となる文書や図形、画像といった作業対象物を操作しながら行う協調作業では、その作業に必要な情報を作業参加者が的確に把握することは、作業を円滑に進めるためには重要である。しかしながら、メッセージや作業対象物といった協調作業に必要な情報は膨大な量になり、作業者がこの中から自分自身に重要なものを取捨選択する作業のために、本来の作業に時間を割くことができない可能性がある。

そこで、本論文では大量の情報を作業者に効率よく提供・可視化するために、その情報の一つ一つを表示オブジェクトとし、作業者自身と共同作業者それぞれの表示要求に基づいたオブジェクトの可視化、およびその最適化の手法について提案する。

Optimizing object presentation for collaborative work considering user's requests

Yuji Kikuta[†] and Mizuho Iwaihara[†]

Abstract

The advancement of computers and networks represented by internet and the collaboration on distant places makes a study of computer supported cooperative work prosperous. We regard collaboration as a set of operations on work objects such as documents, figures and images, and arguing through messages such as E-mails. In collaboration, it is important that participants grasp the needed informations precisely in order to proceed work smoothly. But messages and objects usually become a huge volume, so participants are sacrificing their time for choosing important objects.

In this paper, we propose a method for object presentation and optimization considering demand of each participant and other collaborative members to present and indicate a large quantity of information effectively.

1 はじめに

インターネットに代表される近年のコンピュータとそのネットワークの発達、及び、遠隔地間での共同作業の必要性を背景とし、共同作業者が分散した状態で行われる協調

作業をコンピュータネットワークを用いて支援する研究が盛んになっている。

特に電子メールの普及は目覚ましく、2002年までに電子メールの利用者は2000万人規模に成長すると見込まれている[1]。このような電子メール利用者の増加に伴い、一人当たりが受け取る電子メールの量はさらに増加すると思われる。膨大な電子メールの中から自分に必要なメールだけを取捨選択する情報フィルタリングの研究が盛んに行われている[2]。

[†]九州大学大学院システム情報科学研究科情報工学専攻
Department of Computer Science and Communication Engineering,
Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

ここでは、電子メールに代表されるメッセージによって連絡や議論を行い、作業対象となる文書や図形、画像といった作業対象物を操作することを協調作業として考える。協調作業を行ううえで、その作業に必要な情報を作業参加者が的確に把握することは、作業を円滑に進めるためには重要である。しかしながら、メッセージや作業対象物といった協調作業に必要な情報は膨大な量になり、作業者がこの中から自分自身に重要なものを取捨選択する作業のために、本来の作業に時間を割くことができない可能性がある。

これまで、大量の情報の取り扱いに関する研究として、情報フィルタリングや表示メソッドの研究が為されている。主にメッセージの取捨選択に用いられている情報フィルタリングでは、情報に含まれるキーワードをもとに情報の取捨選択を行う。大量データの表示においては、様々な形でグラフィカルに表示するメソッドの開発が盛んに行われている。しかし、情報フィルタリングでは協調作業の要素を取り入れておらず、他の作業による表示要求は考慮していない。また、表示メソッドに関しては、様々な表示メソッドが考案されているが、ある状況に関してどのメソッドを採用するのが最適かという評価方法については論じられていない。そこで本論文では、共同作業者の表示要求を考慮したうえで、表示メソッドを評価し、最適なメソッドを選択することによる表示最適化について考える。

具体的には、作業が必要としている情報、共同作業者が重要もしくは緊急であると指定して通達する情報、および共同作業者に多く参照・検索された情報を「表示優先度が高いオブジェクト」とし、その優先度に従ってオブジェクトの表示の大きさや強調を変化させながら配置した表示メソッドをいくつか用意する。そのうえで作業者にとって効率なオブジェクトの配置になっているかを表す表示効果値を導入し、用意したいくつかの表示方法について表示達成度を評価し、どのような表示方法が適切であるかを判定する。

まず、2章において協調作業をモデル化し、表示要求を考慮した重要度の算出方法や表示効果値、表示達成度といった諸定義を行う。次に、3章で計算例を挙げ、状況に応じた表示メソッドにおける表示達成度を評価することによって適切な表示メソッドを選択する。

2 協調作業のモデル化

本章では、協調作業をモデル化し、諸定義を行う。

2.1 グループとメンバ

協調作業の参加者または協調作業支援システムをメンバ (mb) と呼ぶ。また、協調して作業を行うメンバの集団をグループ (gr) と呼ぶ。メンバは、利用者自身を指すユーザ (usr)、同グループの usr を除くメンバおよびそのグループを指すユーザグループ (ug)、他グループおよびそのメンバである他グループ (og)、そして、協調作業支援システム (sy) も何らかの行動を行うものとしてメンバと捉える (図 1)。

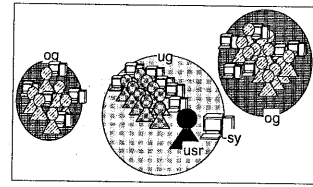


図 1: グループとメンバ

2.2 オブジェクト

協調作業において取り扱われる、電子メールなどのメッセージ、文書や図形、画像などの情報の一つ・もしくは複数をもとめたものをオブジェクトという。

2.3 協調作業の進行

ユーザと同メンバはグループ内でシステムを用いて協調作業を行う。システムはユーザにオブジェクトを提供し、ユーザはシステムに用意されたメソッドを用いて、参照・追加・更新・削除・送信・受信・検索といった操作をオブジェクトに対して行う。

オブジェクトの量は莫大になる。その多くはユーザ自身にはあまり重要でない。ユーザはその中から必要・緊急な情報を取捨選択するために時間を費やすことになるため、システムはユーザの負担を減らすためにオブジェクトを重要なものから提供・可視化する必要がある。

2.4 表示視野

システム上で利用者が得られる表示空間を表示視野と呼び、 v で表す。あるオブジェクト o の表示視野に対する表示面積の割合を表示率 $sv(o)$ で表す。

2.5 参照回数

あるオブジェクト o があるメンバ mb に参照された回数を参照回数と呼び、 $w(mb, o)$ と表す。すべての $w(mb, o)$ のうち最も最大のものを参照回数の最大値とし、 max_w で表す。

2.6 被検索回数

あるオブジェクト o があるメンバ mb によって検索された回数を被検索回数と呼び、 $s(mb, o)$ と表す。すべての $s(mb, o)$ のうち最も最大のものを被検索回数の最大値とし、 max_s と表す。

2.7 表示要求度

あるオブジェクト o に対して、システムを含めたメンバによって「緊急」「注意」といった属性が与えられる。例えば、メッセージであれば緊急連絡、プログラムソースであれば訂正箇所が挙げられる。このような場合、対象となるメンバにとって o は必ず処理しなければならないものとなる。この度合いがあるメンバ mb に対する表示要求度と

いい、 $rq(mb, o)$ で表す。表示要求度は 1~5 の 5 段階とし、 mb が usr もしくは ug でなければ 1 となる。

2.8 関連度

あるオブジェクト o_1 に関連するオブジェクト o_2 がオブジェクト参照の際に必要なことがある。例えば、ある議論のメッセージを参照する際はその議論の元となったメッセージ、プログラムソースであれば仕様書が該当する。これを関連度と呼び、 $rl(o_1, o_2)$ ($0 \leq rl \leq 1$) で表す。あるオブジェクト o_1 に関連度において隣接する o_2 を考えると、 o_1 と o_2 はリンクされているとし、 o_1 から o_2 へはステップ数 $st(o_1, o_2)$ が 1 であるという。また、 $st(o_i, o_i) = 0$ である。オブジェクト o_j から o_k へのリンクの経路が複数あるとき、その最短のものをステップ数とする (図 2)。

オブジェクト間のステップが増加するに伴い、関連度は薄れてゆく (図 3)。それを表現するために、以下の式で関連度 rl を求める。

$$rl(o_j, o_k) = \frac{1}{1 + st(o_j, o_k)}$$

$o_j = o_k$ のとき、 $rl(o_j, o_j) = 1$ である。

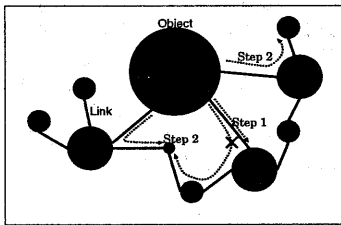


図 2: リンクとステップ数

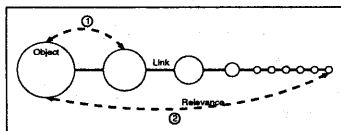


図 3: リンクと関連性。関連性は 1 は大きい、2 は小さい

2.9 重要度

あるオブジェクト o がユーザにとってどのくらい重要であるかを示すものを重要度 ($ip(o)$) と呼ぶ。

オブジェクト o が参照される頻度が高いときは、そのオブジェクトは重要度が高いと思われる。特に、ユーザ自身によって多く参照される場合、実際に重要だったと判断してよい。また、ユーザグループによって多く参照されている場合も重要である場合が多い。それが他グループであったとしても、単に参照回数が多いというだけで重要度が高いと思われる。過去の検索において、システムに用意された検索メソッドによって行われた検索にヒットした回数も同様のことが言える。

これらの値は回数に比例するため、時間の経過に従って増加する。従って、同じ値でも算出した時刻によって値の

持つ程度が異なってくる。このことを考慮し、最大値で除算を行うことによって値の範囲の正規化を図る。

検索に関しては、本来必要のないオブジェクトが検索されることがあるため、被検索回数の重みは、通常、参照回数に対して少なめにとるべきである。ユーザ自身、ユーザグループ、他グループによる参照への重みづけはユーザ自身によって可変とし、それぞれ 0~1 の範囲をとる定数 W_{usr} 、 W_{ug} 、 W_{og} とする。同様に、検索についても、 S_{usr} 、 S_{ug} 、 S_{og} を定める。

このとき、オブジェクト o_k について、参照に関する重要度を $ipw(o_k)$ 、検索に関する重要度を $ips(o_k)$ とすると、以下のようになる。

$$\begin{aligned} ipw(o_k) &= W_{usr} \frac{w(usr, o_k)}{\max_w(usr)} \\ &+ W_{ug} \frac{w(ug, o_k)}{\max_w(ug)} \\ &+ W_{og} \frac{w(og, o_k)}{\max_w(og)} \\ ips(o_k) &= S_{usr} \frac{s(usr, o_k)}{\max_s(usr)} \\ &+ S_{ug} \frac{s(ug, o_k)}{\max_s(ug)} \\ &+ S_{og} \frac{s(og, o_k)}{\max_s(og)} \end{aligned}$$

先に述べた参照回数および被検索回数による重要度算定の重みづけを W 、 S をユーザによって可変な定数によって決定するとする。参照・被検索回数による重要度 $ipo(o_k)$ は以下のようになる。

$$ipo(o_k) = W * ipw(o_k) + S * ips(o_k)$$

さらに、 o_k に対する表示要求と関連性を考慮した重要度 $ip(o_k)$ は以下のようになる。

$$\begin{aligned} ip(o_k) &= rq(mb, o) + ipo(o_k) + \sum_{i=1, i \neq k}^n rl(o_k, o_i) ipo(o_i) \\ &= rq(mb, o) + \sum_{i=1}^n rl(o_k, o_i) ipo(o_i) \end{aligned}$$

2.10 表示効果値

オブジェクト (o) が際だって表示されているかの度合いを示すものをオブジェクトの表示効果値と呼び、 $pe(o)$ で表す。表示効果値は重要度には関係なく、オブジェクトがどれだけ目立つかである。

表示効果値を求める要素は、

1. 大きさ
2. 色
3. 効果

がある。大きさは、全体に占める割合であり、大きく表示されているほど目立ちやすくなる。色は、まわりと違う色になっていればそれだけ目立ちやすくなる。特に、まわりが地味で、あるオブジェクトが派手な色使いになっていれば効果値は大きくなる。効果とは、アニメーションや点滅

のように見た目の変化によって強調するものである。ここでは、色についての派手さがある実数値で表すことができるものとし、オブジェクト o についてのこの値を色値 $c(o)$ 、ただし $c(o) \geq 0$ とする。また、効果の程度も同様に $ef(o)$ 、ただし $ef(o) \geq 0$ とする。表示視野中 v のオブジェクト $o_i (1 \leq i \leq n)$ において、 $c(o_{vi})$ および $ef(o_{vi})$ の平均をそれぞれ avg_c 、 avg_{ef} とする。従って、オブジェクト o の表示効果値 $pe(o)$ を次の式で表す。

$$pe(o) = sv(o) \frac{c(o) ef(o)}{avg_c avg_{ef}}$$

また、表示視野中にあるオブジェクト全体の総合表示効果値を pea で表す。これは、オブジェクトがどのような表示効果を持って表示されているかを表すスコアである。表示されているオブジェクトは必ず大きさを持ち、その他に必要なに応じて色や効果が与えられる。これを表すために、色や効果を持たない場合は $pea = 1$ 、色もしくは効果を持った場合はさらにそれぞれ 1 を加えるとする。

2.11 表示達成度

表示結果の有用度、つまり表示された結果において、ユーザの期待する(重要度の高い)ものが優先されて表示されているならば表示達成度 (acv) が高く、表示の目的がどれだけ達成されているかという指標となる。以下の式で表す。表示視野にある n 個のオブジェクト集合を $o_{vi} (0 \leq i \leq n)$ とすると、

$$acv = pea \sum_{i=1}^n pe(o_{vi}) ip(o_{vi})$$

で表す。

3 算出の例

表 2 に挙げたオブジェクトが存在するとする。これらのオブジェクトのリンクによる相関関係を図 4 に示す。先に述べた定数を表 1 のように定める。

変数	値
W_{usr}	1.0
W_{ug}	0.7
W_{og}	0.5
S_{usr}	1.0
S_{ug}	0.7
S_{og}	0.5
W	1.0
S	1.0

表 1: 定数の設定

この時、各オブジェクトの重要度は、表 3 例 1 に挙げたようになる。これらのオブジェクトを、図 5 のように表示したとする。このときの表示効果値を表 4 に示す。同様に、図 6 のように表示する。さらに色をつけたものを図 7 に示す。これらの各オブジェクトの表示効果値はそれぞれ表 4 のようになる。また、表示達成度はそれぞれ 1.97、2.73、10.04 となり、重要度に応じてオブジェクトの大きさを変

えたもの、さらに色をつけたものの方が表示達成度が高くなることがわかる。

次に、表 3 例 2 に挙げた重要度を持つオブジェクト集合を表示することを考える。例 2 は、オブジェクト間の重要度の差が殆どない場合である。このとき、図 8 のように数多くのオブジェクトを表示したとすると、表示達成度は 2.07 となる。このうち、重要度の高いもののみを表示した場合を図 9 に示す。このとき、表示達成度は 1.51 となる。従って、重要度がほぼ均一の場合はできるだけ多くのオブジェクトを表示させた方が表示達成度が高いといえる。

表 3 例 3 は、多くのオブジェクトの中で重要度が高いものがごく少数存在する場合である。図 10 のように数多くのオブジェクトを表示させた場合、表示達成度は 3.24 となる。同様に重要度の高いもののみ表示した場合を図 11 に示す。すると、表示達成度は 8.75 になり、今度は重要度の高いもののみを表示した方がよいことがわかる。

このように、導入した表示効果値・表示達成度を用いることによってオブジェクトの表示メソッドを評価することができる。従って、表示達成度を用いて状況に応じたオブジェクト表示の最適化を図ることができる。

4 おわりに

本論文では、協調作業者の表示要求を考慮した情報の重要度決定、および、表示効果値・表示達成度を用いた表示メソッドの評価について述べ、この手法により表示メソッドの最適化が図れることを示した。今後は、実験によって重要度と実際のユーザの必要度のずれを検証する。また、計算量の検討と最適化を行うとともに、本論文で述べた手法を実装したシステムの構築を行う。

参考文献

- [1] 日経マーケット・アクセス,
<http://ma.nikkeibp.co.jp/MA/>.
- [2] 森田 昌宏, 速水 治夫, “情報フィルタリングシステム—情報洪水への処方箋—”, 情報処理, Vol. 37, No. 8, pp. 751-758(1996).
- [3] 浅野 久子, 加藤 恒昭, 高木伸一郎, “Signature の局所パターンマッチングによる電子メールからの送信元住所録情報の抽出とそれを用いた住所録管理システム”, 情報処理学会誌, Vol. 39, No. 7, pp. 2196-2206 (1998).
- [4] 情報検索・活用ソフト “Data hunter”,
<http://www.sharp.co.jp/datahunter/>.
- [5] 長谷川 隆明, 高木伸一郎, “電子メールコミュニケーションにおけるスケジュール情報抽出”, 情報処理学会自然言語処理研究会資料, 123-10, pp. 73-80(1998).
- [6] 獅子堀 正幹, 藤井 誠, 安藤 一秋, 青江 順一, “各個人のプロファイルを用いたメール文書のフィルタリング手法”, 電子情報通信学会技術研究報告, DE98-30 ~40, pp.9-16 (1998).
- [7] 上田 宏高, 柳沢 豊, 塚本 昌彦, 西尾 章治郎, “知識獲得手法を用いた電子メールの傾向分析”, 電子情報通信学会データ工学ワークショップ (DEWS'99), 2C-5.

obj	型	内容	表示要求	リンク	参照 (usr. 回数)	検索 (usr. 回数)
1011	msg	至急仕様書の変更に伴ったソース変更を..	kiku.5	1012, 1013	0	0
1012	src	(プログラムソース)	null	1013	kiku.25, inoue.33	kiku.3
1013	spc	(プログラム仕様書)	null	1012, 1015	kiku.56, inoue.45, ymst.33	0
1014	msg	お元気ですか?	null	null	0	0
1015	fig	(アイコン)	null	1012	kiku.22, inoue. 43	0
1016	msg	参加者各位	kgrp.2	null	inoue.2	0
1017	msg	論文締切は明日です。以下の部分を変更して..	kiku.5	1018	kiku.3	0
1018	txt	(論文)	kiku.4	1019,1020	kiku.84, inoue.45	inoue.23
1019	fig	(論文中の図)	null	1018	kiku.2, inoue.33	kiku.3, inoue.23
1020	txt	(参考文献リスト)	null	1018	kiku.32, inoue.43	kiku.8, inoue.11
1021	txt	(論文)	null	1020, 1022	kiku.11, inoue.93	kiku.21, inoue.4
1022	fig	(論文中の図)	null	1021	inoue.21	inoue.2

表 2: オブジェクトの例 1

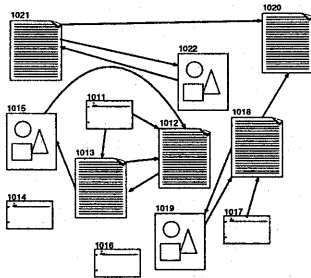


図 4: オブジェクトの関連図

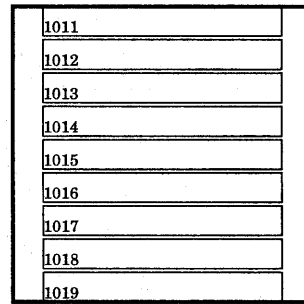


図 5: 例 1: 均等に配置した場合

例 1					例 2		例 3	
obj	ipw	ips	ipo	ip	obj	ip	obj	ip
1011	0.00	0.00	0.00	5.00	1	1.22	1	1.04
1012	0.57	0.04	0.61	1.30	2	1.23	2	1.02
1013	1.24	0.00	1.24	1.82	3	1.21	3	6.24
1014	0.00	0.00	0.00	1.00	4	1.25	4	1.03
1015	0.62	0.00	0.62	1.93	5	1.24	5	5.02
1016	0.02	0.00	0.02	2.01	6	1.22	6	4.45
1017	0.04	0.00	0.04	5.02	7	1.24	7	1.03
1018	1.38	0.19	1.57	4.80	.	.	.	.
1019	0.30	0.23	0.53	1.79	.	.	.	.
1020	0.74	0.19	0.93	2.13	.	.	.	.
1021	0.91	0.28	1.19	2.41	.	.	.	.
1022	0.17	0.02	0.19	2.13	84	1.23	84	1.02

表 3: 各オブジェクトの重要度

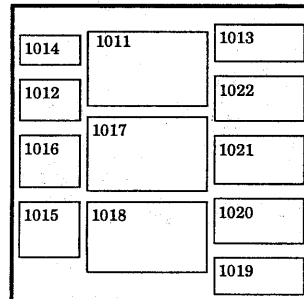


図 6: 例 1: 重要度に応じて大きさを変えた場合

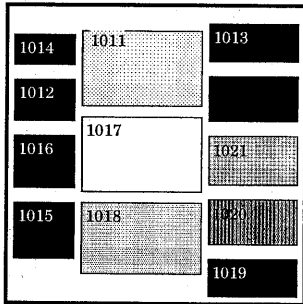
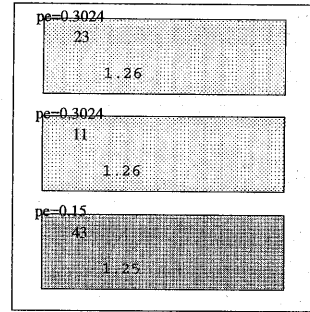


図 7: 例 1: 大きさに加えて色を変えた場合

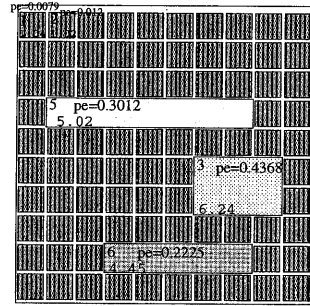


$$acv=2*0.755=1.51$$

図 9: 例 2. 重要度の高いもののみ配置した場合

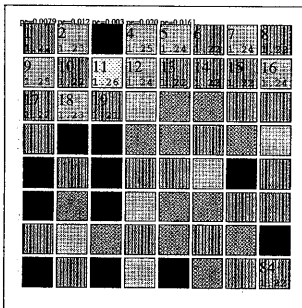
obj	pe(same-sized)	pe(no-color)	pe(colored)
1011	0.400	0.650	2.318
1012	0.104	0.044	0.028
1013	0.147	0.086	0.084
1014	0.080	0.026	0.008
1015	0.154	0.097	0.062
1016	0.161	0.105	0.068
1017	0.402	0.655	1.275
1018	0.384	0.599	0.071
1019	0.143	0.083	0.027
1020	0.170	0.118	0.038
1021	0.000	0.151	0.098
1022	0.000	0.118	0.038

表 4: 例 1: 表示効果値



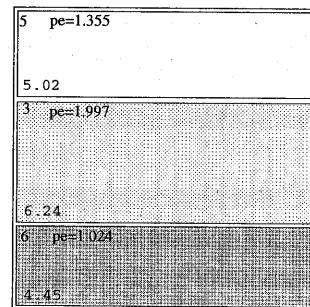
$$acv=2*1.622=3.244$$

図 10: 例 3. できるだけ多く配置した場合



$$acv=2*1.036=2.072$$

図 8: 例 2. できるだけ多く配置した場合



$$acv=2*4.376=8.752$$

図 11: 例 3. 重要度の高いもののみ配置した場合