ネットワークを介した共同作業における阻害要因の分析

An Analysis of Obstructions in Cooperative Work over a Computer Network

村越 広享 Hiroyuki MURAKOSHI　海谷 治彦 Haruhiko KAIYA　落水 浩一郎 Koichirou OCHIMIZU

E-mail address: {murakosi,kaiya,ochimizu}.jaist.ac.jp

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

School of Information Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology,Hokuriku

概 要

ソフトウェア仕様を共同で作成する過程では，仕様の決定，変更，確認といった作業が行なわれる．そのような作業がネットワークを介して行なわれる場合，作業効率や品質が，対面/ 遠隔，voice/text，同期/非同期等のパラメータをもつ作業環境に大きく依存すると思われる．本報告では，作業効率と上記パラメータ間の関係を調べるための前段階として，ネットワークを介した共同作業における阻害要因を分析する目的で実施したプロトコル解析実験の結果を報告する．

1 はじめに

複数の作業者が共同してソフトウェアの開発を行なう場合，互いに情報交換を行なう必要がある．このようなコミュニケーションは，会議，雑談，電話，Fax，E-mail などの多様な形態で行なわれるが，その形態自体の性質がコミュニケーションの品質に影響を与え，ひいては作業効率や仕様書自体の品質にも影響を与えることが多い．本研究の目的は，ネットワークを介した共同作業における阻害要因と作業環境のパラメータとの相互関係を分析することにある．具体的には，次節で述べる作業環境下で共同でソフトウェアの仕様を作成してもらい，その作成過程をプロトコル解析することにより，それぞれの環境に固有の問題点を明らかにすることである．

2 実験環境

コミュニケーションの形態 (遠隔/対面，同期/非同期) やメディアの形態 (voice/text) によって作業環境を分類し，それらをパラメータとして，プロトコル解析を実施した．実験 1，2 より，対面/遠隔といったパラメータの差異を，実験 2，3 より，作業メディアの差異 (voice/text) を，実験 3，4 よりコミュニケーションの時間的なずれ，すなわち同期性から作業の阻害要因を分析する (図 1参照)．

実験 **1**(対面同期)：作業者同士の作業時間帯を同一にし，同じ部屋で対面して作業する．コミュニケーションのメディアは voice とする．

実験 **2**(分散同期)：作業者同士の作業時間帯を同一にし，異なる場所で作業する．コミュニケーションのメディアは voice とする．

実験 **3**(分散同期)：作業者同士の作業時間帯を同一にし，異なる場所で作業する．コミュニケーションのメディアは text とする．

実験 **4**(分散非同期)：作業者同士の作業時間帯を同一にし，異なる場所で作業する．コミュニケーションのメディアは text とする．

図 1　実験の分類

なお，すべての実験において，wb [1] を利用して図面を共有できることとした．実験で取り上げた課題及び被験者の特徴は以下の通りである．

課題: 水泳部管理システム [2]

被験者: 本大学の情報科学研究科に在籍する大学院生 8 名である．ただし被験者は，各実験毎に異なるものとする．

最終生産物: オブジェクトモデル図

作業時間: おおむね 3 時間

また，以下に各実験に共通な事項を示す．

- ソフトウェアの仕様 (オブジェクトモデル図) を二人で共同して作成する．
- 描画ツールとしては，wb を用いる．
- 各実験環境ではビデオカメラを使用し，作業者の作業の様子を撮影する．撮影されたデータはプロトコル解析のデータとして利用する．
- 実験の前に作業者同士で課題の打ち合せ等を行なうことが可能である．
- 実験時間が限られているため，実験を始める前に，課題をよく熟知しているソフトウェア開発の熟練者が，被験者達が作成してきた初期の分析案について，あらかじめコメントを与え，問題点等をある程度明らかにしておく．これによって被験者が，ある一定の水準にまで達した上で実験に参加することを意図している．なおこれらの情報は，双方が印刷物として実験場に持ち込めることとした．

各実験において，被験者が提示された作業の進め方をまとめる．

実験 1: 作業時間を限定し，それ以外の時間では作業は行なわない．

実験 2: 作業時間を限定し，それ以外の時間では作業は行なわない．コミュニケーションの形態は，vat [1] を用いた voice とする．

実験 3: 作業時間を限定し，それ以外の時間では作業は行なわない．コミュニケーションの形態は，e-mail を用いた text とする．相手からメールが届いた場合，基本的に即座に返事のメールを送信することとする．

実験 4: 各設計者の作業は 30 分おきに行なう．コミュニケーションの形態は，e-mail を用いた text とする．同期のコミュニケーションは一切行なわない．

このプロトコル解析実験に利用した，ハードウェア/ソフトウェア環境を図 2にまとめる．

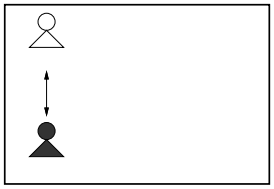

図 2　各実験環境

3　実験の分析と考察

各実験の作業の様子を撮影したビデオテープや中間/最終生産物といったデータを分析し，コミュニケーションの形態である，対面/ 遠隔，同期/非同期や voice/text 等のメディアの違いにより観察された作業の特徴を以下に考察する．

3.1　対面/遠隔の影響

実験 1，2 より，被験者同士が対面して作業する場合と，遠隔で作業する場合の相違について分析する．被験者の作業の流れに沿って発生した会話を分析すると，作業の進み方には，基本的に，相違点が少ないことが分かった．しかし実験 2 では，時には相手の作業を中断させたり，質問や問いかけの内容が，相手の進めている作業と食い違ってお互いの会

話が理解出来なかったり，一方が相手に対して，作業の進め方に関する指示を行なうことがある．以下に実験 2 から分析した分散に固有の現象を示す．

1. 相手の作業を中断しようとして断られる．
   例: 相手の作業者に 「提案」した時，「ちょっと待って，考えさせて」との返答がある．
2. 同じ情報を共有しているにも関わらず，会話の内容がつながらない．
   例: wb に表示されている図について話し合っている状態で，相手が描画した図以外の箇所に注意があったので，「ここの....」と図を示して 「提案」をしたとき，返事が返ってこない．
3. 会話の内容がつながらず，かつ同じ情報を共有していない．
   例 **1**: 発話者は印刷物 (参考資料又は初期の案) を見て会話し，相手が wb に表示されている図 (現在の進行状況を反映した図) を見て会話しているとき，ある 「提案」をすると相手の返答があいまいで，何度も同じような 「提案」を繰り返す．
   例 **2**: ある 「提案」をすると，相手が紙に下書きをしている最中で，返答があいまいとなり，同じような 「提案」が繰り返される．
   例 **3**: wb に表示されている図に対して 「提案」するとき，相手が印刷物を見て熟考しているため，相手からの返答が返ってこない．
4. 共同作業をするために，話題の対象物を指示する．
   例: ある印刷物を参考にして会話をするために，発話者が相手の作業者が見るべき印刷物を指定する．

以上のことより，

阻害要因 **1**: 相手の作業の中断が起こり易い．

阻害要因 **2**: 話題の中心となる対象物を共有する際に若干の問題がある．

ことがわかる．以上の阻害要因の影響度を分析するために，実験 1，2 のそれらの行動の回数を算出し表 1に示す．

表 1より，以下のようなことがいえる．

- 表 1(1,3) より，対面では相手の作業を中断することがほとんどなく，また相手との情報の共有が容易であり，会話の内容がつながらないことはほとんどない．この原因は，遠隔より対面の作業においては，相手の作業状況を容易に把握できるからだと思われる．
- 表 1(2) より，同じ情報を共有したとしても，対面の方が遠隔より会話の内容がつながりがよい．この原因は，対面の方が遠隔より，相手の声以外に顔の表情やジェスチャ等で，お互いの認識を一致させることが容易であるからだと思われる．

表 1　対面/遠隔の比較

	実験 1 (対面)	実験 2 (遠隔)
1	0	2
2	4	10
3	0	8
4	9	9

3.2　共同描画のための会話分析

wb を利用した共同描画の作業で行なわれるコミュニケーションについて分析した結果，以下の種類のようなコミュニケーションがあった．

1. ページを指示する．
2. 描画した図の説明をする．
3. 描画する話題を提案する．
4. 描画する図の内容について提案する．
5. 描画した図に相手の作業者がコメントをする．
6. 描画した図について作業者に補ってもらう．
7. ある図に印を描画して，会話を進める．

実験 1 ~ 4 を分析し，これらの作業の回数を算出した．そして各実験毎に総作業回数を求め，各実験毎に (1 ~ 7 の作業回数/各実験の総作業回数) を計算した．結果を表 2に示す．この計算された数値が大きいほど，そのコミュニケーションの頻度が高かったことがわかる．表 2を分析すると，以下のようなことが推測できる．

- 「ページの指示」(表 2の項目 1) は実験 4 に最も多くあらわれ，他の実験ではほとんど差がない．また，実験 4 全体の中でも最大である．実験 1，2，3 は同期であり，実験 4 が非同期であることにより，ページの指示は，非同期の作業形態で頻繁に出現するものと思われる．この原因は，非同期の描画作業では，描画した箇所を

表2　wb に関連したコミュニケーション

	実験 1	実験 2	実験 3	実験 4
	同期			非同期
	voice		text	
	対面	遠隔		
1	0.074	0.111	0.118	0.348
2	0.132	0.241	0.056	0.174
3	0.132	0.148	0.235	0.261
4	0.235	0.074	0.471	0.174
5	0.309	0.130	0.118	0.043
6	0.074	0.037	0	0
7	0.044	0.259	0	0

逐一相手に知らせる必要があるからである．

- 『描画する話題の提案』(表 2の項目 3) は実験 3，4 の方が大きい．すなわち voice に比べて text を媒体としたコミュニケーションの方が，その発生頻度が高い．またこの頻度は，実験 1 と 2，実験 3 と 4 はそれぞれほぼ等しい．このことより，対面/遠隔，同期/非同期の影響はあまりないものと考えられる．『描画した図の説明』(表 2の項目 2) と 『話題の提案』(表 2の項目 3) を比較すると，実験 3，4 では 『話題の提案』の方が 『図の説明』より頻度が多い．以上の原因として，text を媒体としたコミュニケーションの場合，描画しながら図の説明を行なう作業よりも，描画する話題について提案した後，描画を行なうといった傾向が大きいと考えられる．
- 『描画した図へのコメント』(表 2の項目 5) は，実験 1，実験 2 と 3．実験 4 でかなり差がある．以上より 『描画した図へのコメント』の容易さは，対面/遠隔，同期/非同期に関係しており，遠隔より対面の作業の方が頻繁に行なわれ，コミュニケーションのメディアである text と voice にはあまり影響を与えないものと考えられる．この原因として，以下のようなものが考えられる．
  - 同期の作業でコメントを行なうには，図の記述内容に対するかなりの理解が必要であり，遠隔より対面の作業の方が，理解しやすいものと思われる．
  - 非同期の作業では，図にコメントをし，相手に理解してもらうのが難しいと思われる．
- 『印の描画』(表 2の項目 7) は，実験 2 が実験 1 よりかなり大きい．すなわち 『印の描画』は，遠隔の作業の方が対面より頻繁に行なわれる．この原因として，遠隔では，wb に表示されている図を介したコミュニケーションによって，対面では直接理解できることを代替しているものと思われる．

4　まとめと今後の課題

今回のプロトコル解析実験は，阻害要因の見当をつけるにとどまった．引き続いて，実験を行ない考察を深めたい，今後，以下のことがらをふまえて，実験計画をたてる必要がある．

- メディアの差異 (voice/text) の影響を分析するには，今回利用した e-mail ではなく，より同期的なツールを使用することが望ましい．
- 今回は wb をすべての実験で共通に利用したので，wb を利用した影響などは不明であり，wb を使用する/使用しない，といったパラメータで実験を行なう必要がある．
- 今回の実験では，被験者間のスキル差は少しのバラツキだけである，しかし，作業の効率や品質に大きな影響を与えるスキル差をどのように取り扱うかは，今後の課題である．
- 尺度の定性的な図式表現法等を開発する必要がある．

謝辞

本研究は，文部省科学研究費一般研究 (C)(課題番号 07680348) の援助の下に実施された．また御討論頂いた，本学篠田陽一助教授に感謝致します．

参考文献

[1] Hans Eriksson "MBONE: The Multicast Backbone, *Communications of the ACM*, Vol.37,August 1994, pp54–60.

[2] 落水 浩一郎, 東田 雅宏, オブジェクトモデリング, ジャストシステム, 1995.