

非同期協調作業における意図とコンテキストの役割

中小路 久美代

(株)SRA ソフトウェア工学研究所
奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科

非同期協調作業では、face-to-faceの協調作業とは異なり直接相手とコミュニケーションすることができず、社会的背景ややりとりを通して共有の理解を構築することができないために、通常は言外にある意図やコンテキストを明示する必要がある。ところが、デザインラショナルの研究等が示すように、現状ではなかなかそのような一見「余分」と見える作業を行うことは困難である。本論では、デザインという協調作業において、意図とコンテキストの意味を定義し、ドメイン指向型設計環境におけるその役割について考察する。ドメイン指向型設計環境の利用者が意図とコンテキストを明示化することによって各人の設計作業そのものの支援がより一層充実すると共に、非同期の協調作業によって記録された意図やコンテキストへのアクセスを支援する。

The Role of Explicit Representations of Context and Intent in Asynchronous Collaboration

KUMIYO NAKAKOJI

Software Engineering Laboratory, Software Research Associates, Inc.
Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

In asynchronous collaboration, one does not communicate with collaborators directly but only indirectly via work artifacts. While face-to-face communications can be enhanced through socially shared understanding and interactive development of mutual understanding, asynchronous communication requires intentions and context, which are often implicit but necessary to understand artifacts, to be explicitly represented in association with the material. Studies in design rationale, however, have revealed that having people articulate context and intent is not an easy task. This paper explores the role of explicit representations of context and intent in the use of a domain-oriented design environment. The environment serve as a communication medium for long-term asynchronous collaborators by (1) giving incentives for articulating context and intent in the system and (2) supporting them to access stored context and intent.

1.はじめに

建築設計や都市設計、ソフトウェアデザインなどといった複雑なデザインにおいては、設計アーティファクトは何か月、時には何年もかけて徐々に進化してゆく。この時、それを再設計するデザイナーは、まずそのデザインを理解し、その理解と新たに発生した要求に基づいて設計アーティファクトの修正、拡張を行う。すなわち、もとの設計者とアーティファクトを介して非同期に協調

作業することになる [Fischer et al. 92]。Rittel が "Buildings do not speak for themselves" と言うように [Rittel 84]、設計アーティファクト自体を見ただけでは、その背景にある複雑に絡み合ったゴールや制約条件などを理解することは不可能である。この種の "implicit" な意図やコンテキストといった情報は、face-to-faceの協調作業であればインタラクティブなやりとりを通じて随時獲得、構築できるが、時として相手がわからないような非同期の協調作業では、そのような情報はあらかじめもとの設計時に書き留めておく必要がある。

ところが、デザインラショナルの研究評価でも観察されているように [Yakemovic, Conklin 90; 垂水 92], そのように直接最終プロダクトとは結び付かない「余分な」情報の構築という作業は、実際の現場ではなかなか受け入れられないし、また実際にその明示化は非常に困難である。

本論では、コンピュータを用いて非同期協調作業を支援するフレームワークを紹介し、意図やコンテキストの記述とその利用がそのフレームワーク中でどのように実現されているかについて述べる [Fischer, Nakakoji, Ostwald 95]。ドメイン指向型設計環境は、アーティファクトを構築するツールに加えて意図を記述するためのツールと、記述された意図を利用して関連情報を自動的に配達する仕組みを利用者に提供する。この環境を介した非同期協調設計者は、それらの情報を利用してアーティファクトを理解し、随時認識された意図やコンテキストを追加構築してゆく。

以下に、まず非同期協調活動における意図とコンテキストの意味を論じ、ついでドメイン指向型設計環境における意図とコンテキストを明示化することの意義とその役割について説明する。

2. コミュニケーションにおける意図とコンテキスト

言語などの記号システムや何らかの形式的に意味の定められた表現形態を用いて意志を「完全な」形で伝達することが不可能であることは、多くの社会学や心理学の文献などで指摘されている。Polanyi [66] の指摘する暗黙知 (implicit knowledge) の存在が、まず「意志」を完全な形で表出することが不可能であることを説明するし、また、表出された意志の媒体となる言語は、その意味が一意には定まらないことを、Wittgenstein 初め多くの言語学者が示している [Winograd, Flores 86]。

すなわち、コミュニケーションを話し手と聞き手の間の情報交換であると考え、

- ・話し手自身が自らの考えを表出仕切れていないことと、
- ・たとえ表出されたとしてもその表現形態が

論理式や数学的公理などのように形式的に定義されていない限り、聞き手の解釈が一意には定まらないこと

という2点において、文字、すなわちコトバによるコミュニケーションは完全には行えない。

では、実際の協調作業において、人間はいかにして意志の疎通を図っているのだろうか？ コミュニケーションは、実は言語によるのみではなく社会的な背景の共有であるとか、場の共有であるとかによって補完され、達成されている [Resnick, Levine, Teasley 91]。

Krauss and Fussell らによると、コミュニケーションは、参加者のそれぞれがお互いに保持していると思っている知識、すなわち相互知識もしくは共有素地と呼ばれる知識の共有なしには成立しない [Krauss, Fussell 91]。そのような知識の共有は、Shared Communicative Environment (共有コミュニケーション環境) において構築されるが、その構築には、

1. 相手についてのまえて持っている信念や期待
2. やりとり中に現れるフィードバック

などの情報源が用いられる。

たとえば、Boston 市内で道を尋ねた場合の相手の説明の仕方が、こちらがボストン訛りで聞いた場合と、明らかに旅行者と思われる服装で聞いた場合では明らかに異なるという実験結果が報告されている。ボストン訛りで聞いた者に対しては、答える側が、質問者がボストンについてのある程度の知識を持っているであろうと勝手に解釈し、その前提にたって、たとえば道順の説明にもボストン市内の有名な建物や公園を目印として用いたりする。ところが、明らかに旅行者と思われる服装をしていると、そのような前提知識はないであろうと自ら解釈し、答える側はなるべく一般的な表現 (方位や距離など) を用いて説明しようとする。このように、人間は、しゃべり方や服装などから、相手の文化的背景を類推し、それをもとにして、相手の持っている前提知識を類推して、コミュニケーションにおいて用いる表現を対応させているのである。

これが、コンピュータによる自動道案内システ

ムであった場合、利用者の服装や訛りから自動的にその説明を変えたりできるためには、あらかじめそのようにプログラムがなされていなければならない。ところが、訛りや服装などを、形式的にルール化して認識することは不可能である。旅行者っぽい服装とは、何であるのか？Tシャツに大きな鞆、などという数え上げ方の条件は無限に存在し、そのようなプログラムを作成することは不可能である [Winograd, Flores 86]。

もう一つの実験に、意味のない形について話し合う二人の間で、その形の呼び方の変化についての実験がある。実験では、いくつかの意味のない形を壁で隔てられた被験者二人のそれぞれに与えて、各形を指し示すために用いる単語の数を測定した。意味のない形であるので、それを呼ぶ際には、"Looks like a Martini glass with legs on each side" などのメタフォを用いることになる。

ところが、同じペアで何度もこれを繰り返していると、数回の繰り返しの後には、これが、単に "Martini" という単語一つで指示できるようになる。すなわち、被験者二人の間でやりとりをしている間に、二人の間に共通の名前空間が構築され、共有コミュニケーション環境が生まれて、冗長な情報が省略されてゆくのである。

このような状況は実際に多くあって、たとえばプロジェクトの中途参加者が、ミーティングに出席してもよくわからない、などという状況がしばしばある。プロジェクトが進行してゆくにしたがって、徐々にプロジェクト内のメンバー間のみ共有されるオントロジが生まれて、外部からの新規参加者には理解ができないのである。

3. 非同期協調作業における意図とコンテキスト

前節では、人間は、言葉によるコミュニケーションの不完全さを、共有コミュニケーション環境というものを構築しながら補完すると説明した。

これらの補完作用は、しかし、非同期の協調作業では特に不十分になりがちである。たとえば、ソフトウェア開発における再利用や保守の場合、保守/再利用作業員と、そのソフトウェアモジュ

ールの元々の作成者とが直接コミュニケーションできることは稀で、ときには名前すらわからなかったりする場合がある。モジュールの設計の背後にある意図や注意点はコメント文として与えられるが、現在のコメントの付け方はまだまだ ad hoc であり、コミュニケーションの観点から系統だって作成されていることは少ない。

たとえ系統立った作成の手順や環境が提供されたとしても、それが実際の現場で使われるかどうかはまた別の話である。Grudin [88] の掲げた CSCW 成功のための課題にもあるように、仕事量の増える者とその利益を享受する者とが異なると、仕事量の増える側には新たな技術やツールを使うための動機づけができず、受け入れられにくい。非同期協調作業の場合、先に挙げたようなコンテキストや背景となっている意志を明示するという「余分な」仕事をしなければならないのは、後になってその設計物や成果物を利用することになる「顔のない協働作業」の利益となるためであると考えられがちである。

このように認識された問題点をもとに、改めてコンテキストや意志を明示する、ということの役割、特に計算機環境を用いて長期に渡る非同期協調作業を支援する場合にはそれが将来の協働作業のためのみならず、自分のための支援となるようなフレームワークについて、次章で紹介する。

4. ドメイン指向型設計環境における意図とコンテキストの取り扱い

本論で対象としているのは、長期に渡る非同期協調作業と、その計算機支援環境である。対象となるドメインは、デザイン、すなわち有形無形を問わず何かを作りだす作業であり、長期に渡る協調作業を必要とする程度以上の複雑さを有するものである。

そのようなドメインでの作業を支援するにあたり、筆者らはドメイン指向型設計環境というものをご提案してきた [Fischer, Nakakoji 91]。ドメイン指向型設計環境は、デザインアーティファクトを構築するためのツール郡と、それに至る様々な試行錯誤の過程を支援するいわば上流工

程を支援するツール群、および知識ベースから成っている。その具体的なアーキテクチャは他に説明し、本論ではそのような設計環境を介した非同期協調作業について述べる（詳細は、[Fischer, Nakakoji 91; Fischer, Nakakoji, Ostwald 95]）。

ドメイン指向型設計環境の支援する非同期協調作業では、利用者は単独でシステムを利用しデザインアーティファクトを構築する。設計履歴やアイデア、ノウハウなども設計環境に蓄積される。これらの情報は、アーティファクトに関連させて蓄積されているので、アーティファクトを基にしてその情報にアクセスすることができる。これによって、その蓄積された情報は、次の協働作業者に適宜提供され、徐々に共有できるコミュニケーション情報空間が進化されてゆく。

4.1 意図とコンテキスト

本論における意図とコンテキストについて定義を行う。ドメイン指向型設計環境を用いる際の意図とは、そのデザインタスクの基となる目的、ゴールである。その中には、満たすべき制約や資源などいろいろな制限が含まれている。意図は、設計者の頭の中に、「もやもやと」した形でのみ存在するものであり、何らかの形で明示化され、表出化するものの、決して全てが現れるわけではないし、本来の意図とは誤った形で表出されている可能性もある。デザインの過程において、この意図は常に変更し、進化するものであり、決して確定することがない。いわば、設計問題の問題記述である [Nakakoji, Fischer 95]。

コンテキストとは、そのような意図（問題）やデザインアーティファクトそのもの（すなわち設計問題の解）を表出する際に用いられる背景となっている知識や情報である。コンテキストも、全てが明示化できるわけではなく、先に述べた共有コミュニケーション環境そのものであるとも言える。

ドメイン指向型設計環境は、意図の明示化を支援するツールを提供する。たとえば、台所設計支援環境 KID [Nakakoji 93]では、アンケート形態でその設計タスクに必要な制限や家族構成、台所利用状況などを質問する。利用者は、それらの質問に順次答えてゆくことによって、その設計タスク

の意図を明示化し、記述してゆく。

ドメイン指向型設計環境では、コンテキストが2段階のレベルで支援されている。まず、その提供するドメインそのもので、大枠のコンテキストを設定している。たとえば、KIDにおいては、アーティファクトを構築するツールにおいて、作業画面において四角形の箱は、単なる図形ではなく台所設計に必要な部品、たとえば冷蔵庫や流し台であることが示される。これは、設計環境そのものが、台所設計というコンテキストを提供しているためである。このコンテキストは、この環境を用いて設計するいくつものアーティファクトの共通する汎用的なコンテキストである。

もう一つのコンテキストのレベルは、個々の設計タスクについての特有の（specific）なコンテキストである。すなわち、その設計過程の履歴や、KID-Specificationを用いて記述された意図が、蓄積されて、コンテキストを提供する。たとえば、同じように冷蔵庫を台所の隅に配置するにしても、他のすべての部品が配置されていてそこしか空いていなくて配置するのと、第一个目の部品として、部屋の隅に冷蔵庫を配置したくて配置するのとでは、意味が異なる。また、食器洗い器が流し台の右側に位置する場合、そのアーティファクトの有する意味が、左利きのユーザである場合と右利きのユーザである場合とで異なってくる。

4.2 意図とコンテキストの利用

長期に渡る非同期協調作業では、そのようにいろいろなコンテキストと意図でもって設計されたアーティファクトを、理解、修正し進化させていく必要がある。たとえば先の例で、台所の再設計を依頼された場合、アーティファクトを見ただけでは、冷蔵庫がとても大きな意味をもって隅に配置されたのか、それともたまたまそこに配置されたのか理解できない。

同一のドメイン指向型設計環境を用いることで、このような暗に利用されたいろいろなコンテキストや意図が、将来の協働作業者にコミュニケーションされる。

一方で、意図やコンテキストを明示することで、その設計者自身も支援される点について説明す

る。

まず一つ目は、意図を明示化することによって、自分でも気付かなかったいろいろなデザイン問題の側面が明らかになる、という点である。人間の理解は、他人に説明するなど表出することによってより深まる。Sharples [94] によれば、何かを書き記すというのは、単に頭の中にあるアイデアを出すだけではなく、実際それを再構築し、新たな関連を見出し、文字や絵など何らかの表現形式を用いて概念化する、ということである。また、表出することによって、いろいろな制約や細分化されたゴールなどを記憶しておく必要がなくなり、認知的負荷が軽減する。

第二点目として、意図やコンテキストを設計環境上で明示することによって、システムが利用者の問題状況を把握し、その結果として関連情報を自動的に取り出すことが可能になる、という点がある。システムは、明示化された意図やコンテキストを、情報検索のためのキーもしくは query として扱う。それによって、利用者は、明に検索のための Query を記述し情報検索のリクエストを出さずとも関連情報を見ることができる。また、意図やコンテキストがシステムと共有できていることで、システムは、利用者が構築中のアーティファクトに関して適切なアドバイスをすることができる。

例えば前出の KID システムにおいては、システムが設計者が構築中のアーティファクトを常時モニタし、意図として記述している内容からシステムが有しているルールに反するような設計をした場合、たとえば利用者が左利きであると KID-Specification において記述したにも関わらず食器洗い器を流し台の左側に置いた場合は、Critics (批評) として警告を発する。と同時に、なぜそれが警告なのかの説明（「左利きだと、右手で食器を持ち左手で濯いだのちに食器洗い器に入れるので、食器洗い器は流し台より右側にあるべきである」というルール）を自動的に提供し、知的エージェントとして振る舞う。

補足として、このようにシステムがよりユーザーの問題状況に則した形で振る舞うと、人間もそのコンテキストに依存した形で応答し、結果として

もやもやとしていて暗黙だった理解が明示、表出化することが、ユーザテストにより検証されている。上記の例の場合、システムが警告の Critiquing Rule を提供した際、ある被験者はそれに反駁して、「いや、それでも左利きの台所にしてしまうと、後で売るときに困るから」との説明を行った。それまでは、設計した台所をのちのち売りに出す (resale)、などという意図は記述されていなかったが、設計者の意図の中には暗黙のうちにこのような条件があったが単に表出化されておらず、システムの振る舞いをきっかけとして表出した、ということがわかった [Fischer, Nakakoji 95]。

このように、利用者が意図やコンテキストを明示化する、という、本来ならば「余分な作業」とみなされていた活動をおこなうことによって、利用者が直接的に、その設計タスクの中で利益を得られることから、ドメイン指向型設計環境の利用者は、積極的に意図やコンテキストの表出、明示化を行う。そのように表出した意図やコンテキストは、設計環境に蓄積され、後日協調作業することになる協調作業者が、設計を理解するのに役に立つ。また、蓄積された情報の検索そのものが、システムが利用者の意図やコンテキストを理解しているためにそれらを情報検索の Query として用いることによって、自動的に支援される。

5. おわりに

本論では、ドメイン指向型設計環境における意図やコンテキストを明示することによって、長期に渡る非同期協調作業が支援されるという例を示した。意図やコンテキストを明示化することによって、

- 人間と計算機間のインタラクション、
- 個人利用者の設計時の reflection、および
- 非同期協調作業における人間同士のコミュニケーション、

に有用である。

非同期協調作業、すなわち同じ情報を用いて複数の人間が直接のコミュニケーションなしに作業する、という状況における意図やコンテキストの

取り扱ひの重要性は、今後ますます増加すると思われる。例えば、昨今 WWW (World-Wide-Web) など物理的にも意味的にも広域に渡る情報の共有が可能となったが、コンテキストやその背景となっている意図を軽視すると、そもそもの情報の本来の意図を誤解したりする。文化的背景などは無視できない。

コンテキストをきちんと記述するように、と言うことは容易いが、実際の作業を行うに当たって、直接の利益や生産性の向上が見られないのに余分な工数をとる作業を強いても、動機づけが弱くうまく機能しない。ドメイン指向型設計環境は、その動機づけを促す一つのフレームワークとして扱われるべきものである。

参考文献

- G. Fischer, J. Grudin, A.C. Lemke, R. McCall, J. Ostwald, B.N. Reeves, F. Shipman, "Supporting Indirect, Collaborative Design with Integrated Knowledge-Based Design Environments", *Human Computer Interaction, Special Issue on Computer Supported Cooperative Work*, Vol. 7, No. 3, pp. 281-314, (1992)
- G. Fischer, K. Nakakoji, J. Ostwald, "Supporting the Evolution of Design Artifacts with Representations of Context and Intent", *Proceedings of the Design of Interactive Systems*, ACM, Ann Arbor, MI, August, pp. 7-15, (1995)
- G. Fischer, A.C. Lemke, R. McCall, A. Morch, "Making Argumentation Serve Design", *Human Computer Interaction*, Vol. 6, No. 3-4, pp. 393-419 (1991)
- G. Fischer, K. Nakakoji, "Empowering Designers with Integrated Design Environments", Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford, England, pp. 191-209 (1991)
- J. Grudin, "Why CSCW Applications Fail: Problems in the Design and Evaluation of Organizational Interfaces", *Proceedings of the Conference on Computer-Supported Cooperative Work (CSCW'88)*, ACM, pp. 85-93 (1988)
- R.M. Krauss, S.R. Fussell, "Constructing Shared Communicative Environments", in *Perspectives on Socially Shared Cognition* (Resnick et al. Eds), American Psychological Association, Washington, D.C., pp. 172-200, ch. 9 (1991)
- K. Nakakoji, "Increasing Shared Understanding of a Design Task Between Designers and Design Environments: The Role of a Specification Component" PhD Thesis, Department of Computer Science, University of Colorado, Boulder, CO (Also available as TechReport CU-CS-651-93) (1993)
- K. Nakakoji, G. Fischer, "Intertwining Knowledge Delivery and Elicitation: A Process Model for Human-Computer Collaboration in Design", *Knowledge-Based Systems Journal*, Vol. 8, No. 2-3, April-June, pp. 94-104 (1995)
- M. Polanyi, "The Tacit Dimension", Doubleday, Garden City, NY, (1966)
- B.N. Reeves, F. Shipman, "Supporting Communication between Designers with Artifact-Centered Evolving Information Spaces", *Proceedings of the Conference on Computer-Supported Cooperative Work (CSCW'92)*, ACM, New York, November, pp. 394-401, (1992)
- L.B. Resnick, J.M. Levine, S.D. Teasley, "Perspectives on Socially Shared Cognition", American Psychological Association, Washington, D.C. (1991)
- H.W.J. Rittel, "Second-Generation Design Methods", John Wiley & Sons, New York, pp. 317-327 (1984)
- M. Sharples, "Cognitive Support and the Rhythm of Design", *Artificial Intelligence and Creativity*, T. Dartnall (Ed), Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 385-402 (1994)
- K.C.B. Yakemovic, and E.J. Conklin, "Report on a Development Project Use of an Issue-Based Information System", *Proceedings of the Conference on Computer-Supported Cooperative Work*, Los Angeles, CA, October pp. 105-118, (1990)
- T. Winograd, F. Flores, "Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design", Ablex Publishing Corporation, Norwood, NJ, (1986)
- 垂水, "グループウェアのソフトウェア開発への応用", *情報処理*, Vol. 33, No. 1, January, pp. 22-31, (1992)