慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構の実現
Sub Title	Development of a scheduler based on the activity history accumulated in the network
Author	志賀, 真理子(Shiga, Mariko) 杉浦, 一徳(Sugiura, Kazunori)
Publisher	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Publication year	2013
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2013年度メディアデザイン学 第278号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002013-0278

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文 2013年度（平成25年度）

ネットワークを活用した
経験蓄積に基づくスケジュール機構の実現

慶應義塾大学大学院
メディアデザイン研究科

志賀　真理子

本論文は慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科に
修士 (メディアデザイン学) 授与の要件として提出した修士論文である。

志賀　真理子

審査委員：

杉浦 一徳 准教授　（主査）
砂原 秀樹 教授　（副査）
古川 享 教授　（副査）

修士論文 2013年度（平成25年度）

ネットワークを活用した
経験蓄積に基づくスケジュール機構の実現

論文要旨

今日、インターネットを経由して人は活動の情報を共有するようになった。しかし、現状は膨大な情報の中から活動状況に応じた情報をネットワーク上より検索する必要がある。そこで、人の活動と活動状況をネットワーク上に投影するアクティビティリフレクションインターフェイスを実現し、人の活動状況に関連付けてネットワーク上の情報を管理可能とする。本研究でアクティビティリフレクションインターフェイスの機能を有するネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構を実現する。このシステムは、ある同一の目的を達成した複数の人の作業実績から作業と作業の依存関係を収集し、作業の抜けや手戻の少ない効率的な作業計画を生成する。生成した作業計画に基づき、目的を達成する人の作業の進捗状況を表し、また目的を達成する人の進捗管理を自律的に行う。そして、人の作業の進捗状況に応じて、目的の達成に向けた作業、作業の実施順序、作業の実施期間を人に提示する。提案するシステムがアクティビティリフレクションインターフェイスを実現するかについて評価した。実験では、ある大学の修士課程の学生が卒業論文を提出するまでの研究活動について、活動の表記化と活動状況と情報の関連付けを行った。実験の結果、単一経路の活動の表記化はできたが、複数の経路を提供するためのスケーラビリティに課題を残した。

キーワード：

ネットワーク, 情報検索, スケジューラ

慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科

志賀　真理子

Abstract of Master's Thesis of Academic Year 2013

Development of a Scheduler Based on the Activity History Accumulated in the Network

Summary

Internet have vitually connected the world and people are sharing information learned from their personal activities. But for people to use the shared information, they first need to locate them in the network. Activity reflection interface will reflect people's real world activity to the network and binds information stored in the network with people's activity status. We aim to develop scheduler based on the activity history accumulated in the network which possess features of activity reflection interface. This scheduler analyze past activity histories to create activity plan which enables people to achieve a certain goal. It detects and express activity progress status of people using this activity plan. It also manages progress status of people using this activity plan and provides people information binded to the activity progress status. We evaluated if this scheduler has the capability to realize activity reflection interface. For an experiment, a scheduler was developed for a master student who is operating a research in their master's thesis. Results show that a single route of the activity was expressed by the scheduler and indicated necessity to support multiple routes to express complex activities of the real world.

Keywords:

Network, Information Retrieval, Scheduler

Graduate School of Media Design, Keio University

Mariko Shiga

目　　次

第 1 章　序論 **1**

1.1. 研究背景 1

1.2. 研究目的 2

1.3. 本研究により期待される成果 3

1.4. 本論文の構成 3

1.5. 用語の定義 4

第 2 章　アクティビティリフレクションインターフェイスの実現 **5**

2.1. アクティビティリフレクションインターフェイス 5

2.2. アクティビティリフレクションインターフェイスに関連する現在の状況 8

第 3 章　アクティビティリフレクションインターフェイス実現のための現状と課題 **9**

3.1. アクティビティリフレクションインターフェイスを構成する機能 . 10

3.2. 関連技術の現状と課題 11

3.2.1　Wikipedia 11

3.2.2　Google 検索 12

3.2.3　Yahoo 知恵袋 13

3.3. アクティビティリフレクションインターフェイス実現に向けて . . 14

第 4 章　ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構の実現 **16**

4.1. ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構の概要 16

4.2. アクティビティリフレクションインターフェイスに適した活動表記化手法 17

4.2.1 作業の表記化 17
4.2.2 作業計画の表記化 19
4.2.3 作業計画の生成 20
4.3. アクティビティリフレクションインターフェイスに適した活動状況検知機能 22
4.4. アクティビティリフレクションインターフェイスに適した活動状況と情報の関連付け機能 23
4.5. 経験蓄積に基づくスケジュール機構のまとめ 23

第 5 章 経験蓄積に基づくスケジュール機構の設計 24
5.1. システム要件 24
5.1.1 活動の表記化 25
5.1.2 活動状況検知機能 29
5.1.3 活動状況と情報の関連付け機能 30
5.2. システム設計のまとめ 30

第 6 章 経験蓄積に基づくスケジュール機構の実装 32
6.1. 実装環境 32
6.2. システム全体像 33
6.3. 活動の表記化 35
6.3.1 作業の表記化 35
6.3.2 作業計画の表記化 36
6.3.3 作業計画の生成 38
6.4. 活動状況検知機能 40
6.5. 活動状況と情報の関連付け機能 40
6.6. Activity Scheduler の実装 41
6.7. システムのまとめ 41

第 7 章 評価 47
7.1. 作業経路の評価 48
7.2. 作業実施順序、実施頻度、実施期間の評価 50

7.3. 作業実施順序の再評価 50
7.4. 作業表記化の評価 50
7.5. 作業計画の評価 53
7.6. 活動状況検知機能の評価 53
7.7. 情報関連付け機能の評価 53
7.8. 機能比較 53
7.9. 評価まとめ 55

第 8 章　今後の課題 **62**

第 9 章　結論 **65**

謝辞 **67**

参考文献 **68**

図　目　次

2.1 知識変換プロセス [19] 6
2.2 ガーデニングにグラジオラスを扱う際の作業遷移 7

3.1 Wikipedia の例 [9] 12
3.2 Google 検索の例 [5] 13
3.3 Yahoo 知恵袋の例 [12] 14

4.1 ステージゲート法による作業の表記化 18
4.2 プロジェクト・スケジュール [7] 19
4.3 プロジェクト・スケジュール・ネットワーク [7] 20
4.4 デザイン・ストラクチャ・マトリクス 21
4.5 デザイン・ストラクチャ・マトリクスで作業順序を分析 22

5.1 ステージゲート法 [1] による作業のモデル化 25
5.2 PMBOK [7] のスケジュール作成による作業計画のモデル化 27
5.3 作業の依存関係 28
5.4 作業実績から作業経路を生成する処理フロー 28
5.5 作業実績から作業計画を生成する処理フロー 30

6.1 システム構築とユーザ・サーバ間トランザクション 34
6.2 KMD 修士課程の作業計画モデル 37
6.3 作業の分析例 40
6.4 KMD の学生向け作業計画情報提示ウェブアプリケーション . . . 42

7.1 作業実績より生成した作業経路 49
7.2 RPG アプリの作業依存関係 51

7.3 DSM 法によるプロジェクトのステージ分割の分析結果 52
7.4 活動状況と活動状況に関連付けられた情報の提示 54

表　目　次

5.1　作業のデータ構造 26
5.2　活動計画のデータ構造 29

6.1　実装環境一覧 33
6.2　作業のデータ構造 36
6.3　作業データの初期値 44
6.4　作業計画のデータ構造 45
6.5　ユーザ情報のデータ構造 46

7.1　KMD 修士課程の学生の作業実績 56
7.2　作業の分析結果 57
7.3　RPG 攻略記録 58
7.4　RPG アプリ攻略実績の比較 59
7.5　作業表記化の分析結果 60
7.6　機能比較 61

第1章
序　　論

1.1. 研究背景

インターネットが普及し、生活環境のあらゆる場所に情報通信機器が存在するようになった。こうした状況の中で、利用者が意識せずに情報通信機器を利用できるユビキタス環境の構築が試みられている。こうした試みは、ネットワークに繋がった情報通信機器が自律的に動作し、人を支援する環境の実現を目指している。

例えば、人は情報通信機器を利用し、様々な情報をネットワーク上で共有するようになった。結果として、膨大な量の情報がネットワーク上で共有されている。この環境の中で、人は活動情報を共有している。自宅の庭でガーデニングをしている人は、ガーデニングの過程で得たガーデニングの手順を文書化し、ネットワーク上で共有している。そしてガーデニング未経験の人は、ネットワーク上で共有された手順を自身のガーデニングの過程で参照し役立てている。このように人はインターネットを利用して様々な活動状況において必要となる情報を共有している。現状、人は Wikipedia [10]、Yahoo 知恵袋 [11]、Google [4] などの情報検索サービスを利用し、膨大な量の情報の中から必要な情報を検索している。これらの情報検索サービスは、ネットワーク上で共有された情報から、人の活動状況に応じて必要な情報を取得することを支援する。

これらの情報検索サービスが人の活動状況に応じた情報を自律的に提供するためには、現実世界の人の活動状況を表し、ネットワーク上に投影するコンテキストアウェアネス機能が必要である。コンテキストアウェアネスを活用することで、情報検索サービスは人の活動状況に応じてネットワーク上の情報を管理し、人の活動状況に応じた情報を自律的に提供できる。既存の情報検索サービスは、ネット

ワーク上に人の活動状況の一部分しか投影できていない。そのため、人の活動状況に関連付けてネットワーク上の情報を管理できない。Wikipedia は、ネットワーク上の情報をトピック単位で分類している。人は自らの活動状況をトピックに関連付け、ネットワークより必要な情報を入手する。Yahoo 知恵袋では、情報を必要とする人がネットワークに繋がった人に問い合わせを行う。情報を必要とする人は自らの活動状況を問い合わせ内容に記載し、必要な情報を入手する。Google 検索では、ネットワーク上の情報をキーワードに関連付けて管理している。人は自らの活動状況をキーワードで表現し、必要な情報を入手する。

情報検索サービスが人の活動状況に応じて情報を自律的に提供するためには、複雑な形をしている人の活動を表し、人の活動状況をネットワーク上に投影するコンテキストアウェアネス機能が必要がある。この機能を実現することで、情報検索サービスは人の活動状況に関連付けてネットワーク上の情報を管理し、人の活動状況に応じて自律的に情報を提供できる。

1.2. 研究目的

本研究の目的は、コンテキストアウェアネスの機能を有する、アクティビティリフレクションインターフェイスの実現である。そして、アクティビティリフレクションインターフェイスを実装した、ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構を実現する。

アクティビティリフレクションインターフェイスは、ある同一の目的を達成した複数の人の作業実績から作業と作業の依存関係を収集し、作業の抜けや手戻の少ない効率的な作業計画を生成する。この作業計画に基づき、目的を達成する人の作業の進捗状況を表す。ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構は、アクティビティリフレクションインターフェイスの機能を持ち、生成した作業計画に基づき、目的を達成する人の進捗管理を自律的に行う。このシステムは、人の作業の進捗状況に応じて、目的を達成するための作業、作業の実施順序、作業の実施期間を人に提示する。アクティビティリフレクションインターフェイスの機能を有するネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール

機構を実現することで、人の活動と活動状況をネットワーク上に投影し、ネットワーク上の情報を人の活動状況に関連付けて管理する。

人の活動をネットワーク上に投影する手法は、複雑な人の活動に適応し、現実世界の人の活動を再現できる手法でなければならない。本論文では、活動の作業計画を表記化する手法としてプロジェクトマネジメント知識体系ガイド [7] とステージゲート法 [1] に着目している。また、活動の作業計画を生成する手法として、デザイン・ストラクチャ・マネジメント [2] に着目している。これらよって、複雑な人の活動に適応でき、ネットワーク上に人の活動と活動状況を投影することが期待できる。

1.3. 本研究により期待される成果

ユビキタス社会の実現に、コンテキストアウェアネスの技術が必要となる。本研究では、コンテキストアウェアネスの機能を有する、ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構を実現する。このシステムは、ある目的を達成した人の作業実績に基づき、同一の目的を達成する人の作業の進捗状況を表し、進捗状況に応じた作業計画の情報を提供する。このシステムを実現することで、人の活動状況に応じて目的の達成に向けた作業、作業の実施順序、作業の実施期間の情報を自律的に提供するサービスを実現する。

1.4. 本論文の構成

本論文は全 9 章から構成される。第 2 章ではアクティビティリフレクションインターフェイスの構想に関して議論する。第 3 章ではアクティビティリフレクションインターフェイスの現状と実現に向けた課題に関して議論する。第 4 章ではアクティビティリフレクションインターフェイスの機能を有する、経験蓄積に基づくスケジュール機構システムの提案を行う。第 5 章ではシステムの設計について述べる。第 6 章ではシステムの実装に関してまとめ、第 7 章では経験蓄積に基づ

くスケジュール機構システムの評価を行う。第 8 章では第 7 章での評価結果をふまえ、今後の課題を述べる。第 9 章では最後に本論文の結論に関して述べる。

1.5. 用語の定義

本論文で使用する用語について定義する。

- 活動
  人がある目的を達成するために実施する行動
- 活動状況
  活動の作業計画に対する進捗
- 作業
  目的の達成に向けた行動

第2章
アクティビティリフレクションインターフェイスの実現

本章では本研究で実現するアクティビティリフレクションインターフェイスについて述べる。まず、アクティビティリフレクションインターフェイスの構想を説明する。そして、アクティビティリフレクションインターフェイスに関連する現状に関して示す。

2.1. アクティビティリフレクションインターフェイス

アクティビティリフレクションインターフェイスとは、コンテキストアウェアネス機能を有するシステムである。コンテストアウェアネスとは、現実世界の人の状況を示すコンテキストを把握する技術である [16]。現実世界の人の状況を示すコンテキストには、人の状態、人のニーズ、人の行っている行動などが挙げられる。コンテキストアウェアネスを実現することで、現実世界の人の状況を推定し、人の状況に応じたコンテンツを提供するサービスが実現できる。

アクティビティリフレクションインターフェイスは、現実世界の人の活動を表し、ネットワーク上に人の活動状況を投影する。今日ではインターネットが普及し、人は様々な情報をネットワーク上で共有するようになった。こうした状況の中で、人は活動に必要となる知識をネットワーク上で共有している。ここでいう知識の共有とは、図 2.1 に示す、社会における知識変換プロセス [19] である。人は活動の過程の中で得た暗黙知を文書化し、形式知に変換してネットワーク上で公開する。公開された形式知を、同じ活動の過程を実施する人が学習し、経験を

通して暗黙知として習得する。このように、人はインターネットを利用して形式知を多くの人と共有している。しかし、ネットワーク上で共有される膨大な情報から、活動状況に応じて必要となる知識を判別できないことが問題である。ネットワークには情報を分類して管理する枠組みが存在しない。そのため、サービスがネットワーク上で共有される情報を自律的に区別し、人に提供することができない。

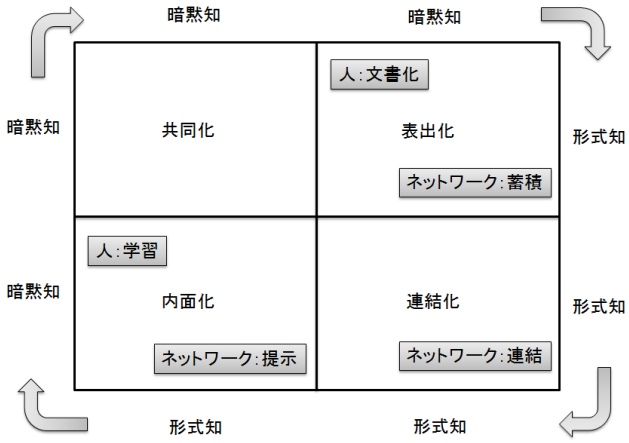


図 2.1: 知識変換プロセス [19]

アクティビティリフレクションインターフェイスは、こうした問題を解決するものである。アクティビティリフレクションインターフェイスは、コンテキストアウェアネスの機能を有し、現実世界の人の活動を表してネットワーク上に人の活動状況を投影する。そして、ネットワーク上の情報を投影された人の活動状況に関連付けて管理する。

アクティビティリフレクションインターフェイスが様々な人の活動を表現し、ネットワーク上に投影することを想定している。例えば、自宅の庭で行うガーデニングである。また、アクティビティリフレクションインターフェイスは活動の中で実施する作業の遷移を投影する。グラジオラスを扱うガーデニングの場合、図 2.2 に示すように、「植え付け場所を選ぶ、肥料をまく、植え付ける、(草丈が伸びる)、支柱を立てる、(花がさく、花が終わる)、花茎を取る、肥料をまく、(全ての花が終わる)、球根を掘り上げる、球根を保管する」の作業の遷移となる。この

作業の遷移は、目的を達成するための作業計画である。アクティビティリフレクションインターフェイスは、人の活動状況を作業計画に対する作業の進捗で表現する。そして人の活動状況は、アクティビティリフレクションインターフェイスに設けられる現実世界とネットワークを結ぶ接点となる。この接点に現実世界の人の状況とネットワーク上の情報を関連付けることで、現実世界の人の活動状況に対してネットワーク上の情報を関連付けて管理できる。

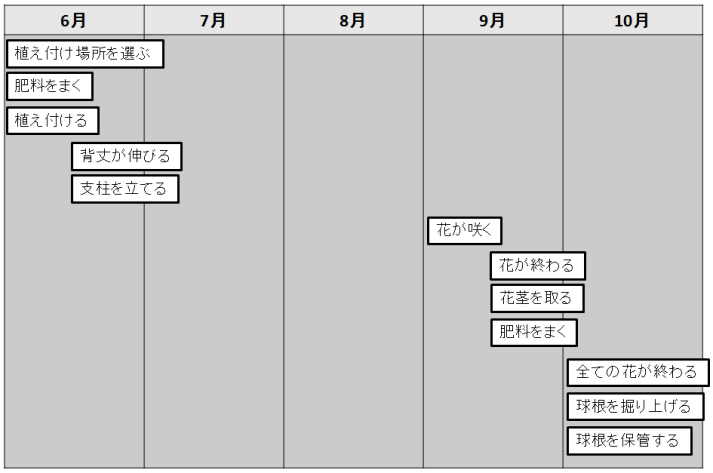


図 2.2: ガーデニングにグラジオラスを扱う際の作業遷移

このようにアクティビティリフレクションインターフェイスには、活動の中で人が実施する作業と作業計画を表現する機能と、作業計画に対して人の活動状況を位置づける機能が必要である。活動で実施する作業や作業計画は、過去に同一の活動を実施した人の作業実績を分析して生成することがきる。そのためアクティビティリフレクションインターフェイスには、人の活動の作業実績を収集し、活動で実施する作業と作業計画を分析する機能も必要である。そして、アクティビティリフレクションインターフェイスには人の活動状況に対してネットワーク上の情報を関連付ける機能が必要である。

2.2. アクティビティリフレクションインターフェイスに関連する現在の状況

アクティビティリフレクションインターフェイスを実現する取り組みは、人がネットワーク上より必要な情報を取得することを支援する情報検索サービスを実現する中で取り組まれてきた。情報検索サービスには、Wikipedia [10]、Google 検索 [4]、Yahoo 知恵袋 [11] などがあげられる。

Wikipedia では、トピック単位のウェブページにトピックの関連情報を掲載して、他の人と情報を共有する。ユーザは必要とする情報が掲載されているトピックのページを検索し、その中から必要とする情報を収集する。Wikipedia は、トピックを人がネットワーク上の情報にアクセスするための接点としている。

Google 検索では、ユーザが必要な情報に関連するキーワードを入力し、検索エンジンが入力されたキーワードを含むウェブページをユーザに提示する。提示されたウェブページにユーザがアクセスし、必要な情報を収集する。よって Google 検索では、キーワードを人がネットワーク上の情報にアクセスするための接点としている。

Yahoo 知恵袋では、ユーザがネットワーク上の他のユーザに直接必要な情報の問い合わせを行う。問い合わせる人は、自身のおかれた状況を詳細に説明し適切な回答を他のユーザから得る。このように、Yahoo 知恵袋では、問い合わせる質問を人がネットワーク上の情報にアクセスするための接点としている。

これまで、アクティビティリフレクションインターフェイスに関連したサービスの現状を述べてきた。現実世界の人がネットワーク上の情報をアクセスする接点として、各サービスが異なるものを利用している。次章では、これら既存のサービスを考慮し、アクティビティリフレクションインターフェイス実現に向けた必要機能を割り出し、現状と課題に関して議論していく。

第3章
アクティビティリフレクションインターフェイス実現のための現状と課題

第2章では、アクティビティリフレクションインターフェイスの構想に関して述べてきた。本章ではアクティビティリフレクションインターフェイスを実現する上で必要となる機能、そして課題について述べる。同じ状況にある人同士がインターネット上で情報を共有するためには、ネットワークに以下の機能が必要である。これらは、１．活動表記化機能、２．活動状況検知機能、３．情報の関連付け機能である。

1. 活動表記化機能
   過去に活動を実施した人の作業実績から、活動に必要な作業と作業の実施順序を分析して作業計画を生成する

2. 活動状況検知機能
   人の活動状況を作業計画に対して位置づける

3. 活動状況と情報の関連付け機能
   人の活動状況に対し、ネットワーク上の情報を関連付けて管理する

同じ状況にある人同士がネットワーク上で情報を共有するためには、まず現実世界の人の活動をネットワーク上に投影する必要がある。このため、過去に活動を実施した人の作業実績を分析し、活動に必要な作業を表記化する。そして、作業実績から作業の実施順序を分析して作業計画を生成する。これが第１段階の活動表記化機能である。ここまでの段階で、アクティビティリフレクションインター

フェイスは現実世界の人の活動をネットワーク上に表現することができる。次に、現実世界の人の活動状況を作業計画に対して位置づける。これが第２段階の活動状況検知機能である。ここまでの段階で、アクティビティリフレクションインターフェイスはネットワークにアクセスする人の活動の進捗状況を検知することができる。そして第３段階の情報の関連付け機能で、ネットワーク上に蓄積される情報は人の活動状況と関連付けて管理する。これら３つの機能がなければ、アクティビティリフレクションインターフェイスは実現されない。

3.1. アクティビティリフレクションインターフェイスを構成する機能

アクティビティリフレクションインターフェイスは、現実世界の人の活動を表記化し、ネットワーク上に投影する。そして、ネットワークにアクセスする人の活動状況を検知する。また人の活動状況に関連付けてネットワーク上の情報を管理する。

ネットワーク上の情報を現実世界の人の活動状況と関連付けるため、まず第一にアクティビティリフレクションインターフェイスは現実世界の人の活動を表現し、ネットワーク上に現実世界の人の活動を投影しなければならない。人の活動の表記化においては、スケーラビリティを考慮に入れる必要がある。スケーラビリティとはここでは現実世界の人が活動の中で実施する様々な作業と作業計画への対応である。活動を開始し、終了するまでに人は様々な作業を実施する。また、人それぞれ実施する作業や作業の実施順序が異なる。そのためこうした現実世界の人の作業の多様性に対応できることが課題に挙げられる。

第２段階はアクティビティリフレクションインターフェイスの接点と現実世界の人の活動状況との関連付けである。ネットワークにアクセスする人の状況を検知し接点と関連付けなければ、ネットワーク上に蓄積する情報を人の状況と関連付けることや、人の状況に関連する情報をネットワークより取得できない。

第３段階がアクティビティリフレクションインターフェイスの接点とネットワーク上の情報の関連付けである。ネットワーク上の情報を人の状況に関連付けて管

理するためには、ネットワーク上の情報を人の状況を表す接点と関連付ける必要がある。

3.2. 関連技術の現状と課題

本章ではアクティビティリフレクションインターフェイスを実現するために、3つの機能を有する関連サービスに関して議論していく。議論の中で関連サービスに不足する機能を挙げ、アクティビティリフレクションインターフェイス実現のための課題に関して議論する。

3.2.1 Wikipedia

Wikipedia [10] では、定義された特定のトピック単位で情報を分類してユーザに提供している。トピック単位のウェブページを作成し、そのウェブページにトピックに関連づく情報を集約して掲載している。またWikipediaは、人が必要な情報の記載されたトピックのページを検索し利用することを前提としている。Wikipediaのウェブページの例を図3.1に示す。

アクティビティリフレクションインターフェイスにWikipediaを対応付けると、トピックが現実世界の人の状況とネットワーク上の情報を結ぶ接点である。そして、人が自らの状況をトピックで表現することで、現実世界の人の状況と接点を関連付けている。また、トピックに関連する情報がトピックのウェブページに記載されることで、接点にネットワーク上の情報を関連付けている。

Wikipediaの課題となることに関して述べる。まず、アクティビティリフレクションインターフェイス上の接点である。定義された特定のトピックでは、人の全ての活動状況に対応した接点を設けることができない。そのため現実世界の人の活動状況を関連するトピックに置き換える必要がある。また、ウェブページにはトピックに関連する情報が無作為に記載されており、現実世界の人の活動状況に対して必要となる情報の全ては記載されていない。

図 3.1: Wikipedia の例 [9]

3.2.2 Google 検索

Google 検索 [4] では、個人が必要な情報に関連するキーワードを入力し、Google 検索が入力されたキーワードを含むネットワーク上のウェブページを提供するサービスである。Google での検索例を図 3.2 に示す。キーワードには、複数の単語を含めることができる。また、ネットワーク上のあらゆるウェブページが検索の対象となる。このように Google 検索では、キーワードでネットワーク上の情報を分類している。

アクティビティリフレクションインターフェイスに Google 検索を対応付けると、キーワードが現実世界の人の状況とネットワーク上の情報を結ぶ接点である。そして、人が自らの状況をキーワードで表現することで、現実世界と接点を関連付けている。また、Google 検索はウェブページに含まれるキーワードを利用し、ネットワーク上の情報を接点と関連付けている。

Google 検索でも、人の状況に対して一意的な接点が設けられていないことが課題である。また、ネットワーク上の情報が複数のキーワードに関連づいているた

図 3.2: Google 検索の例 [5]

め、ネットワーク上の情報が接点に対して一意的に定まらない。

3.2.3 Yahoo 知恵袋

Yahoo 知恵袋 [11] は、個人が必要な情報をネットワークに繋がる他の人に直接問い合わせ、回答を得るサービスである。Yahoo 知恵袋での問い合わせ例を図 3.3 に示す。Yahoo 知恵袋では、情報を問い合わせる質問で、ネットワーク上の情報を分類している。質問単位のウェブページに、質問への回答が掲載される。Yahoo 知恵袋で必要な情報を収集するには、ユーザは自ら問い合わせを行うか、自分が必要とする情報に類似する過去の質問を探す必要がある。

アクティビティリフレクションインターフェイスに Yahoo 知恵袋を対応付けると、質問が現実世界の人の活動状況とネットワーク上の情報を結ぶ接点である。Yahoo 知恵袋では、人が自らの状況を質問で表現して、現実世界と接点を関連付けている。また、質問に関連する情報が質問のウェブページに記載し、接点にネッ

図 3.3: Yahoo 知恵袋の例 [12]

トワーク上の情報を関連付けている。

Yahoo 知恵袋におけるアクティビティリフレクションインターフェイス上の接点は、多様な人の活動状況に対応できるものである。しかし、質問を掲示する当事者が自身の置かれた状況を質問の中で説明する必要がある。状況の説明には、これまでの活動の経緯などが含まれる。このような説明は、回答者が質問の背景や意図を理解するために必要である。

3.3. アクティビティリフレクションインターフェイス実現に向けて

3.2 ではアクティビティリフレクションインターフェイスの機能を有するサービスの現状の課題に関して述べてきた。アクティビティリフレクションインターフェイスは現実世界の人の活動をネットワーク上にまで拡張し、人の活動状況をネットワーク上の情報と関連付けるための接点として設ける。そして、ネットワーク

上の情報を人の活動状況で分類して管理する。しかし既存のサービスでは、活動状況の一部分に対応する接点しか表現できていない。そのため、現実世界の人の全ての活動状況をネットワーク上に投影することや、ネットワーク上の情報を活動状況に一意的に関連付けることができない。また既存のサービスの接点は、活動の作業計画に対して独立して存在し、状況の経緯や背景を投影しない。

アクティビティリフレクションインターフェイスにおいて、人の活動を表現するのは活動表記化機構である。よって、現実世界の人の活動をネットワーク上に投影するための活動表記化機構を設計、実装する。そして、投影された活動に対して、ネットワークにアクセスする人の活動状況を位置づけるための活動状況検知機構を設計、実装する。また、人の活動状況に対し、ネットワーク上の情報を関連付けるための情報の関連付け機構を設計、実装する。

次章ではアクティビティリフレクションインターフェイスに適した活動の表記化、活動状況の検知、情報の関連付けを行うシステムの提案を行う。

第4章
ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構の実現

本章においてアクティビティリフレクションインターフェイスを実現する上で必要なシステムの提案を行う。第3章で述べたように、同じ状況にある人同士がインターネット上で情報を共有するためには、まず現実世界の人の活動をネットワーク上に投影する必要がある。そして、現実世界の人の活動状況を作業計画に対して位置づける。更に、人の活動状況に対しネットワーク上の情報を関連付ける。これらの機能がアクティビティリフレクションインターフェイスには必要である。本研究ではこれらの機能を有する、ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構を実現する。

4.1. ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構の概要

ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構は、アクティビティリフレクションインターフェイスの活動表記機能、活動状況検知機能、そして情報の関連付け機能を持つ。このシステムはある同一の目的を達成した複数の人の作業実績から作業と作業の依存関係を収集し、作業の抜けや手戻の少ない効率的な作業計画を生成する。このようにして、ネットワーク上に現実世界の人の活動を投影する。次に生成した作業計画に基づき、目的を達成する人の作業の進捗状況を表す。このようにして、ネットワークにアクセスするユーザの活動状況を検

知する。また、生成した作業計画に基づき、目的を達成する人の進捗管理を自律的に行う。そして、人の作業の進捗状況に応じて、目的を達成するための作業、作業の実施順序、作業の実施期間を人に提示する。このようにして、ネットワーク上の情報を活動状況に関連付けて管理し、自律的に必要とする人に提供する。このように、本研究における経験蓄積に基づくスケジュールシステムは、アクティビティリフレクションインターフェイスの機能を有したシステムである。

まず、活動の表記化手法を検討する。活動の表記化手法によって、ネットワーク上に投影できる現実世界の人の活動や活動状況の範囲が異なるからである。例えば、第 3 章で述べたように、Wikipedia のトピック、Google 検索のキーワードを利用した場合、複数の活動状況が一つのトピックやキーワードに対応付けられる。また、Yahoo 知恵袋の質問は活動の作業計画に対する位置づけの情報が不足している。従って、現実世界の人の活動と活動状況を表現し、ネットワーク上に投影する活動の表記化手法を検討する必要がある。

4.2. アクティビティリフレクションインターフェイスに適した活動表記化手法

4.1 で述べたように、活動の表記化手法によって、表現できる現実世界の人の活動や活動状況の範囲が異なる。そこで、ネットワーク上に現実世界の人の活動と活動状況を投影するための、活動の表記化手法に関して議論する。まず、作業と作業計画の表記化手法に関して議論する。次に、過去に活動を実施した人の作業実績を分析し、活動の作業計画を生成する作業計画分析手法に関して議論する。

4.2.1 作業の表記化

アクティビティリフレクションインターフェイスは、ある同一の目的を達成した複数の人の作業実績を蓄積する。そのためには、まず人が活動の中で実施する作業を表記化する必要がある。

活動の中で、人は様々な作業を実施する。人はこれらの作業を、活動を進捗させる様々な条件を達成するために実施している。例えば、グラジオラスを扱うガーデニングの活動と、活動を進捗させる条件と作業を図 4.1 に示す。まず、図 4.1 のステージ 1 で、「植え付け場所を選ぶ、肥料をまく、植え付ける」の作業を実施して、花の植え付けが完了する。次にステージ 2 で「背丈が伸びるのを待つ、支柱を立てる」の作業を実施して、花を咲かせる準備を完了する。そしてステージ 3 で「花が終わるのを待つ、花茎を取る、肥料をまく」の作業を実施して、球根を掘り上げる準備を完了する。最後にステージ 4 で「全ての花が終わるのを待つ、球根を掘り上げる、球根を保管する」を実施して、来年の準備を完了する。このように人は作業を実施して条件を達成し、活動を次の段階に進めている。

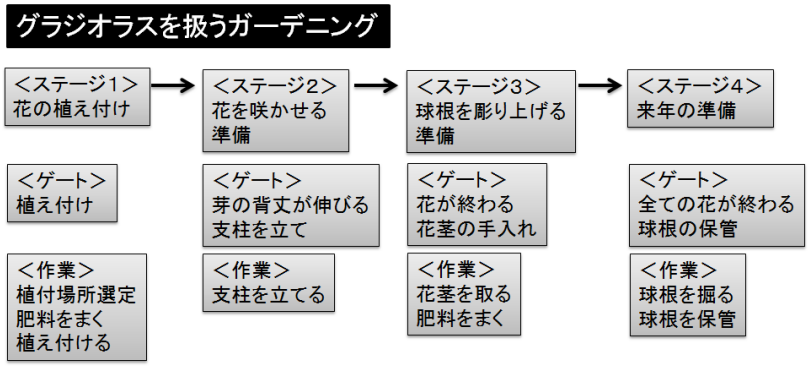


図 4.1: ステージゲート法による作業の表記化

このような、作業、条件、段階の関係はステージゲート法 [1] を応用して表現できる。ステージゲート法とは、製品開発のプロジェクトをステージに分け、次段階のステージに進むための評価（ゲート）と組み合わせてプロセスを管理する手法である [18]。ステージゲート法をグラジオラスを扱うガーデニングに適用した場合、図 4.1 に示すように活動の作業を表記することができる。ステージゲート法で表記した作業を利用して、活動の作業計画を生成する。

4.2.2 作業計画の表記化

次に、人の活動の作業計画を表記化する。作業計画とは、活動における作業の実施計画であり、活動の作業、作業の実施期間、作業の実施順序からなる。このような作業計画は、プロジェクトマネジメント知識体系ガイド（PMBOK）[7] を応用して表現できる。PMBOK は、プロジェクトで設定された目的を実現するためのプロジェクトマネジメントに必要なプロセス群を提供する。プロジェクトを期日までに完了させるため、PMBOK はプロジェクト・スケジュール作成のプロセスを提供する。このプロジェクト・スケジュールを利用して、活動の作業計画を表現する。

プロジェクト・スケジュール作成のプロセスには、プロジェクトのアクティビティ、アクティビティ順序、アクティビティ所要期間の分析が含まれる。図 4.2 に生成するプロジェクト・スケジュールの例を示す。PMBOK のプロジェクト・スケジュール作成プロセスを応用することで、活動の作業、作業の実施順序、作業の実施期間より作業計画を表記する。

アクティビティ識別子	アクティビティ内容	カレンダー単位	プロジェクト・スケジュール・タイムフレーム				
			期間1	期間2	期間3	期間4	期間5
1.1	要素成果物	120					
1.1.1	ワーク・パッケージ1	67					
1.1.1.1	アクティビティ1	20					
1.1.1.2	アクティビティ2	33					
1.1.1.3	アクティビティ3	14					
1.1.2	ワークパッケージ2	53					
1.1.3	ワークパッケージ3	53					

図 4.2: プロジェクト・スケジュール [7]

4.2.3 作業計画の生成

ある同一の目的を達成した複数の人の作業実績から作業と作業の依存関係を収集し、作業の抜けや手戻の少ない効率的な作業計画を生成する方法について議論する。活動の作業計画の生成には、活動で実施する作業、作業の実施期間、作業の実施順序の情報が必要である。これらの情報を得るため、過去に人が経験した活動の作業実績を収集して分析する。まず、作業実績から活動を完了させる作業経路を抽出する。次に、作業実績を分析し、作業の実施頻度、作業の抜けや手戻の少ない効率的な作業の実施順序を得る。また、作業実績より各作業の実施期間の平均を算出する。作業実績より以上の項目を分析し、それらに沿う作業経路を選択して作業計画を生成する。

まず、作業経路の抽出方法について議論する。図 4.3 に示すプロジェクト・スケジュール・ネットワーク図 [7] は、プロジェクトにおける作業の実施順序をモデル化したものである。図 4.3 のモデルより、プロジェクトの作業間の依存関係を確認できる。例えば、作業 B を開始するには、事前に作業 A の実施が必要である。同様に、作業 C を開始するには作業 A と作業 B、又は作業 H を実施する必要がある。このように、複数の人の作業実績から作業の依存関係を分析し、目的を達成するために必要な作業経路を生成する。

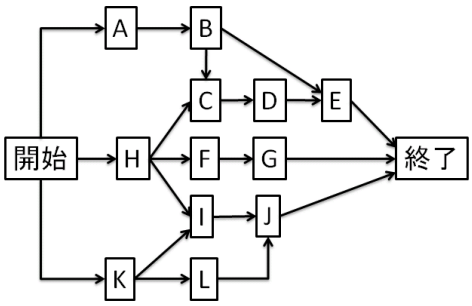


図 4.3: プロジェクト・スケジュール・ネットワーク [7]

次に、活動における作業の実施頻度と実施順序の分析方法について議論する。これらの情報を得るため、デザイン・ストラクチャ・マトリクス（DSM）法 [2] を利用する。ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構は、活動の作業実績をネットワーク上に蓄積する。そして DSM 法を用いてネットワーク上に蓄積された作業実績を分析し、作業の実施頻度と実施順序を得る。

デザイン・ストラクチャ・マトリクス法は、プロジェクトの作業の間にある情報の依存関係を明らかにし、その流れを分析する手法である [3] [17] [13]。そして、手戻りなどの問題を可視化し、プロセス改善のための分析を行う。デザイン・ストラクチャ・マトリクス法はプロジェクトの作業の流れをマトリクス形式に整理する。図 4.4 に、図 4.3 のプロジェクトの作業順序をデザイン・ストラクチャ・マトリクスで表した例を示す。デザイン・ストラクチャ・マトリクス法を活用することにより、活動に必要な作業と作業の複雑な依存関係を分析することができる。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	A											
B	|	B										
C		|	C					|				
D			|	D								
E		|		|	E							
F						F		|				
G						|	G					
H								H				
I								|	I		|	
J									|	J		|
K											K	
L											|	L

図 4.4: デザイン・ストラクチャ・マトリクス

デザイン・ストラクチャ・マトリクス法で作業の実施頻度と実施順序を分析する場合、まずプロジェクトの作業の流れをマトリクスに入力する。その後、マトリクスの形が三角になるようにマトリクスの作業の並び順を変える。図 4.5 に示すように、最終的に得られるマトリクスの作業の並び順が、作業実績から得られる作業の抜けや手戻りの少ない作業の実施順である。

また、ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構システムで

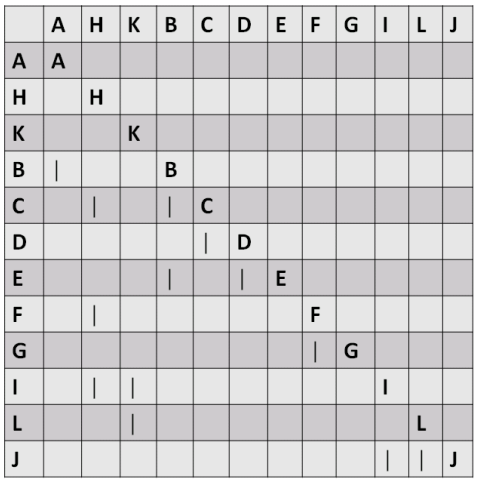


図 4.5: デザイン・ストラクチャ・マトリクスで作業順序を分析

は、活動の作業順序の分析を、複数の人の作業実績を用いて行う。複数の作業実績をデザイン・ストラクチャ・マトリクスに入力し、その後、マトリクスの形が三角になるようにマトリクスの作業の並びを変える。最終的に得られるマトリクスの作業の並び順が、作業実績から得られるもっとも手戻の少ない作業の実施順序である。そして、作業の実施頻度はマトリクスの縦列の総和から得る。

作業実績より得た作業経路の中から、作業の実施順序に従う物を抽出する。そして、作業の実施頻度、実施順序、実施期間に沿う作業経路を選択して作業計画を生成する。

4.3. アクティビティリフレクションインターフェイスに適した活動状況検知機能

活動状況検知機能では、生成した作業計画に基づき、目的を達成する人の作業の進捗状況を表す。まず、ネットワークにアクセスするユーザの作業実績をネットワーク上に蓄積する。そして、ネットワークにアクセスするユーザの作業実績と活動の作業計画を比較し、ユーザの作業実績と同じ作業を含む作業計画を選択する。ここで、ユーザの作業実績が作業計画に対する進捗である。このように、作

業計画に基づき人の作業の進捗状況を表すことができる。ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構には、ネットワークにアクセスするユーザの作業実績を蓄積する機能が必要である。また作業計画と作業実績を比較し、作業計画の進捗状況を検知する機能が必要である。

4.4. アクティビティリフレクションインターフェイスに適した活動状況と情報の関連付け機能

情報の関連付け機能では、生成した作業計画に基づき、目的を達成する人の進捗管理を自律的に行う。そして、人の作業の進捗状況に応じて、目的を達成するための作業、作業の実施順序、作業の実施期間の情報を人に提示する。

4.5. 経験蓄積に基づくスケジュール機構のまとめ

アクティビティリフレクションインターフェイスの活動表記化機構、活動状況検知機構、情報の関連付け機構を有する、ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構システムの提案をした。活動計画の表記化にはプロジェクトマネジメント知識体系ガイドを採用した。そして、一連の作業の表記化手法には作業を表記化にはステージゲート法を採用し、作業順序の分析にはデザイン・ストラクチャ・マトリクスを採用した。以上の手法を用いて生成した作業計画に基づき、人の作業の進捗状況を検知する。そして、活動状況に関連付けてネットワーク上の情報を管理する。次章では、この手法をもとに具体的なシステムの設計を行う。その設計はアクティビティリフレクションインターフェイスの機能を考慮した設計となる。

第5章
経験蓄積に基づくスケジュール機構の設計

本章では、アクティビティリフレクションインターフェイスを想定した活動の表記化、活動状況検知機能、情報の関連付け機能の設計を行う。

5.1. システム要件

システム要件に関して議論する。本研究では、アクティビティリフレクションインターフェイスを実現する活動の表記化機能、活動状況検知機能、情報の関連付け機能を設計する。以下に各機能のシステム要件をまとめる。

1. 活動の表記化機能
   現実世界の活動における作業と作業計画を、ネットワーク上へ投影するためのデータ構造を設計する。また、ある同一の目的を達成した複数の人の作業実績から作業と作業の依存関係を収集し、作業の抜けや手戻の少ない作業計画を生成する。

2. 活動状況検知機能
   作業計画に基づき、目的を達成する人の作業の進捗状況を表す。

3. 活動状況と情報の関連付け機能
   生成した作業計画に基づき、目的を達成する人の作業の進捗管理を自律的に行う。そして、人の作業の進捗状況に応じて目的を達成するための作業、作業の実施順序、作業の実施期間を人に提示する。

5.1.1 活動の表記化

まず、現実世界の活動における作業と作業計画を、ネットワーク上へ投影するためのデータ構造設計についてまとめる。次に、ある同一の目的を達成した複数の人の作業実績から作業と作業の依存関係を収集し、作業の抜けや手戻の少ない効率的な作業計画を生成する機能についてまとめる。

作業表記化のためのデータ構造

作業の表記化手法として、ステージゲート法 [1] を採用した。ステージゲート法に従い人の活動を表記化し、ネットワーク上に投影するためのデータ構造設計についてまとめる。

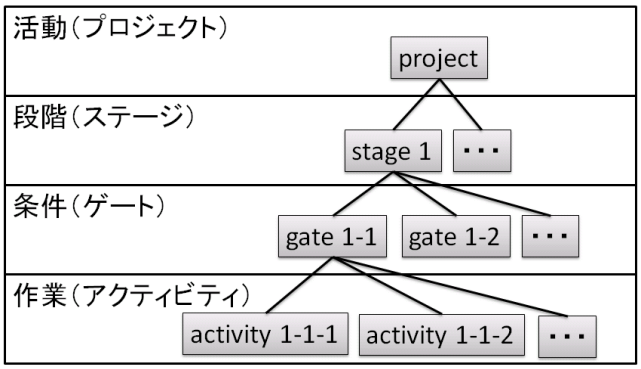


図 5.1: ステージゲート法 [1] による作業のモデル化

ステージゲート法に従い、人の活動における作業を図 5.1 のようにツリー構造でモデル化する。図 5.1 のアクティビティは、ゲートにある条件を達成するために実施する作業である。ゲートはプロジェクトを次のステージに遷移させるための達成条件である。また、プロジェクトは複数のステージに分割されている。データ構造は、表 5.1 のようになる。

表 5.1: 作業のデータ構造

データ	要素
段階（ステージ）	ステージ識別子
	ステージ名
	親プロジェクト
条件（ゲート）	ゲート識別子
	ゲート名
	親ステージ
作業（アクティビティ）	アクティビティ識別子
	アクティビティ名
	親ゲート

作業計画表記化のためのデータ構造

作業計画は、活動における作業の実施計画である。作業計画の表記化手法として、PMBOK [7] のプロジェクト・スケジュール作成のプロセスを採用した。PMBOK のプロジェクト・スケジュール作成プロセスに従い、人の活動の作業計画を図 5.2 のようにモデル化する。図 5.2 において、プロジェクトで実施する作業がアクティビティである。アクティビティには開始時刻と終了時刻がある。プロジェクト開始から終了までの期間がタームである。プロジェクトの最初の作業が開始マイルストーン、プロジェクトを完了させる作業が終了マイルストーンである。作業計画のデータ構造を、表 5.2 に示す。

作業計画の生成

次に作業計画の生成である。活動の作業計画を生成するには、まず作業実績を分析し、活動を完了させるための作業経路を抽出する。活動を完了させる作業経路は、作業の依存関係を分析して生成する。DSM [2] によると、作業の依存関係には Parallel、Sequential、Coupled の 3 種類がある。DSM [2] で紹介される 3 種

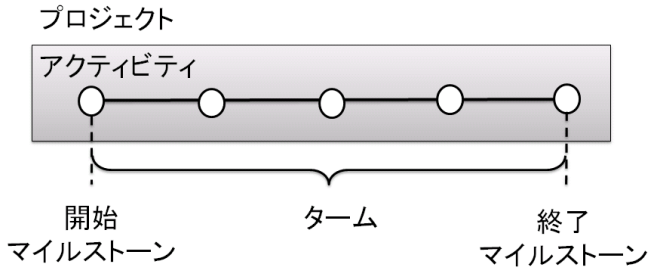


図 5.2: PMBOK [7] のスケジュール作成による作業計画のモデル化

類の作業の依存関係と、作業の依存関係をデザイン・ストラクチャ・マトリクスで表現し図 5.3 に示す。本研究では、活動の中で実施する作業が Sequential となるように作業を分割する。作業の Sequential な依存関係は、プロジェクト・スケジュール・ネットワーク図でモデル化することができる。

作業のプロジェクト・スケジュール・ネットワーク図に従い、作業実績より活動を完了させるための作業経路を生成する。その処理フローを図 5.4 に示す。図 5.4 に示すように、作業経路の生成には、まず作業実績から作業の依存関係を収集する。そして、作業経路を生成して一覧に挿入する。また、他の作業経路と組み合わせて新しい作業経路を生成する。作業経路の中から活動を完了するものを抽出する。

そして、活動で実施する作業の実施頻度、作業の実施期間、作業の抜けや手戻の少ない作業の実施順序を作業実績から得て、作業計画を生成する。作業実績を分析する手法には DSM 法 [2] を採用した。DSM 法に従い人の作業実績を分析し、活動の作業計画を生成する。処理フローを図 5.5 に示す。

図 5.5 に示すように、作業実績から各作業の所要時間の平均を算出する。次に、作業実績を DSM に挿入し、活動で実施する作業の頻度と作業の依存関係を収集する。その結果を用いて、活動の作業計画を選択して作業計画を生成する。

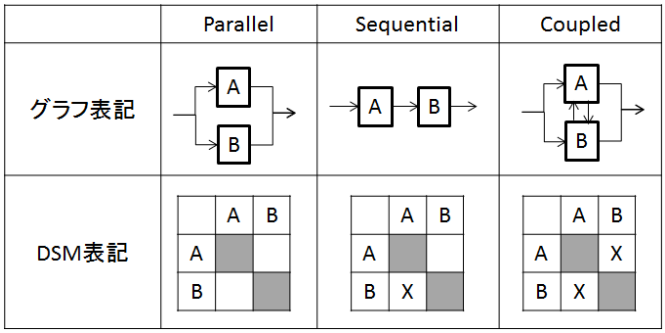


図 5.3: 作業の依存関係

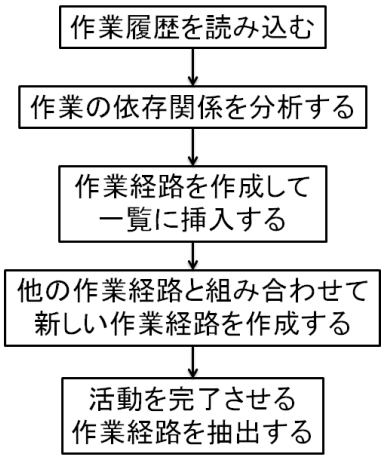


図 5.4: 作業実績から作業経路を生成する処理フロー

表 5.2: 活動計画のデータ構造

データ	要素
活動（プロジェクト）	プロジェクト識別子
	プロジェクト名
ターム	ターム識別子
	ターム名
	ターム開始日時
	ターム終了日時
マイルストーン	マイルストーン識別子
	開始アクティビティ
	終了アクティビティ
	プロジェクト識別子
作業（アクティビティ）	アクティビティ識別子
	計画開始日時
	計画終了日時

5.1.2 活動状況検知機能

生成した作業計画に基づき、目的を達成する人の作業の進捗状況を表す。これには、作業実績と同じ作業を含む作業計画を選択する。そして、作業実績を作業計画に対する進捗とすることで、ネットワークにアクセスするユーザの活動状況を検知する。

ネットワークにアクセスするユーザの活動状況を検知するため、まずユーザの作業実績をネットワーク上に蓄積する。次に、ユーザの作業実績を活動の作業計画と比較し、ユーザが実施した作業を一番多く含む作業計画を抽出する。作業実績を作業計画に対する進捗とすることで、ネットワークにアクセスするユーザの活動状況を得る。

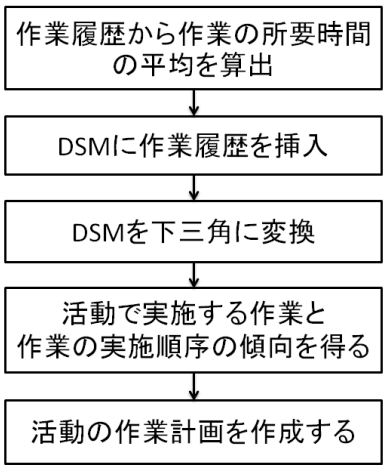


図 5.5: 作業実績から作業計画を生成する処理フロー

5.1.3 活動状況と情報の関連付け機能

生成した作業計画に基づき、目的を達成する人の作業の進捗管理を自律的に行う。そして、人の作業の進捗状況に応じて目的を達成するための作業、作業の実施順序、作業の実施期間を人に提示する。このようにネットワークにアクセスするユーザの活動状況に対し、ネットワーク上の情報を関連付けて管理する。また、ネットワークにアクセスするユーザの活動状況に関連付けられた情報を提供する。

5.2. システム設計のまとめ

本章では、アクティビティリフレクションインターフェイスの機能を有する、ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構システムの設計を行った。活動の表記化では、作業の表記化にステージゲート法を採用し、作業計画の表記化に PMBOK のプロジェクト・スケジュール作成プロセスを採用した。これらの手法で作業と作業計画のデータ構造を設計し、現実世界の人の活動をネットワーク上に投影することができるようになった。また、作業計画の作成には PMBOK のプロジェクト・スケジュール・ネットワーク図を採用し、作業経路を生成する処理フローを設計した。そして、作業実績から作業の実施期間の平均を算出し、

DSM 法を採用して作業実績から活動で実施する作業の実施頻度、作業の抜けや手戻の少ない効率的な作業の実施順序を得る処理フローを設計した。得られた作業の実施順序に従う作業経路を選択し、作業計画を生成する。これらの手法で活動を完了させる作業計画が生成できるようになった。次章ではアクティビティリフレクションインターフェイスの機能を有する、ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構システムの実装に関して述べる。

第6章
経験蓄積に基づくスケジュール機構の実装

本章では、アクティビティリフレクションインターフェイスの機能を有するネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構システムの実装について述べる。本研究では、慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科（KMD）[14] 修士課程の学生が修士論文を提出するまでの研究活動を実装例として扱う。KMD では、修士課程の研究をリアルプロジェクト [15] のスキームの中で実施する。リアルプロジェクトとは、デザイン、テクノロジ、マネジメント、ポリシーの 4 分野にまたがった産官学共同プロジェクトである。学生は各分野の教授が率いるリアルプロジェクトに参加し、研究活動を行う。

まず、実装環境、次にシステム全体像、活動表記化機能の実装、活動状況検知機能の実装、情報の関連付け機能の実装の順に述べ、ウェブアプリケーションの実装例を述べる。最後にシステムのまとめを示す。

6.1. 実装環境

ウェブアプリの開発言語は HTML と PHP、データベースは Mysql である。また、GUI(Graphical User Interface) には HTML と SIMILE Widgets Timeline [6] が提供する Java Script を利用している。以下、実装環境を表 6.1 にまとめて示す。

表 6.1: 実装環境一覧

項目	種類
ウェブアプリ	PHP
	HTML
GUI	Java script
	HTML
データベース	Mysql

6.2. システム全体像

実際に実装したシステムの全体像に関して述べる。図 6.1 に、システム構築の概要とプロジェクト開始時のユーザ・サーバ間トランザクションを示す。図 6.1 の (5) 作業計画作成が、活動の作業と作業計画の表記化および作業計画の生成機能である。そして、(7) 活動状況検知が活動状況検知機能である。また、(6) 作業履歴保存が人の活動の作業実績をネットワーク上に蓄積機能である。(8) 作業計画提示が人の活動状況に関連付けられた情報を提示する機能である。

システムの起動前の事前準備として、図 6.1 の (1) 作業登録、(2) プロジェクト登録、(3) ユーザ登録、(4) 作業履歴登録、(5) 作業計画作成を実施する必要がある。(1) 作業登録では、人が活動の中で実施する作業を登録する。(2) プロジェクト登録では、活動の実施期間や活動のマイルストーン等の情報を登録する。(3) ユーザ登録では、ウェブアプリケーションにログインするユーザの情報を登録する。(4) 作業履歴登録では、人の活動の作業実績を登録する。この作業は、システムにユーザの作業実績が蓄積されていない、システム導入前に実施する。以上の情報は、人が手作業でデータベースに登録する。(5) 作業計画作成では、登録された作業実績から作業と作業の依存関係を収集し、作業の抜けや手戻の少ない効率的な作業計画を生成する。作業計画作成は、システムの機能を利用して実施する。

システムの事前準備完了後にシステムを起動する。起動後のシステムの GUI には、図 6.1 の (A) ログイン画面、(B) 作業計画提示画面、(C) 作業実績入力画面がある。(A) ログイン画面でユーザは認証を行い、ウェブアプリケーションを起動

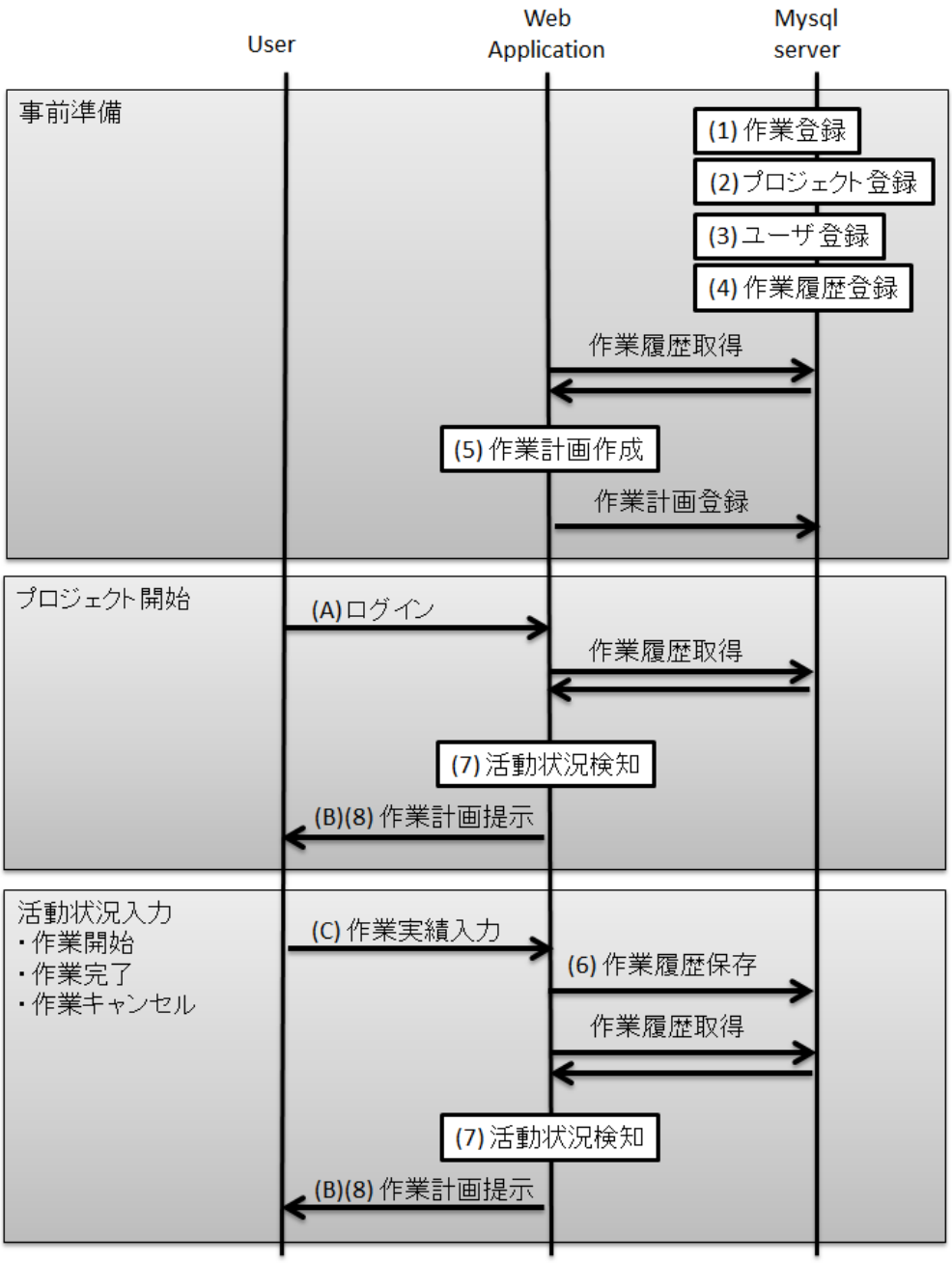


図 6.1: システム構築とユーザ・サーバ間トランザクション

する。ログイン後、(B) 作業計画提示画面が表示される。この画面では、生成した作業計画に基づき、目的を達成する人の作業の進捗状況を表示する。(C) の作業実績入力画面で、ユーザは個人の作業実績を入力する。入力可能なステータスには、作業開始、作業完了、作業キャンセルがある。ユーザが作業実績を入力すると、(6) 作業履歴保存をシステムが実施する。システムが (6) 作業履歴保存を完了すると、(B) 作業計画提示画面は更新され、今後の活動の作業計画が表示される。この画面でシステムは、生成した作業計画に基づき、目的を達成する人の進捗管理を自律的に行う。そして、人の作業の進捗状況に応じて、目的を達成するための作業、作業の実施順序、作業の実施期間を人に提示する。

6.3. 活動の表記化

活動の表記化では、まず作業の表記化機構と作業計画の表記化機構を実装する。また、作業には初期値となるデータを挿入する。次に、活動の作業計画生成機構を実装する。

6.3.1 作業の表記化

作業の表記化では、活動の作業をデータベースに登録する。図 6.1 の (1) 作業登録の作業を実装する。

(1) 作業登録では、ステージゲート法 [1] を応用して設計した作業のデータ構造を実装する。実装する作業のデータ構造を表 6.2 に示す。表 6.2 にあるテーブル（task、process、activities）を mysql データベースに登録する。次に、各テーブルに作業データの初期値を登録する。作業データの初期値は、ある KMD 修士課程の学生の作業実績より生成した。初期値として生成した作業データの一覧を表 6.3 に示す。表 6.3 の 0. ユーザ登録はウェブアプリケーションにユーザ登録を行った時に、システムがユーザの作業実績に登録する。

表 6.2: 作業のデータ構造

構造体	変数	概要
task	task id	ステージ識別子
	task name	ステージ名
process	process id	ゲート識別子
	process name	ゲート名
	task id	ステージ識別子
activities	activity id	アクティビティ識別子
	activity name	アクティビティ名
	process id	ゲート識別子

6.3.2 作業計画の表記化

作業計画の表記化では、活動の作業計画をデータベースに登録する。図 6.1 の (2) プロジェクト登録、(3) ユーザ登録、(4) 作業履歴登録、(6) 作業履歴保存の作業を実装する。

(2) プロジェクト登録では、PMBOK [7] のプロジェクト・スケジュール作成プロセスを応用して、KMD 修士課程の学生が修士論文を提出するまでの活動の作業計画のデータ構造を実装する。図 6.2 に学生の活動の作業計画をモデル化して示す。図 6.2 のターム開始とは、2 年間の修士課程を開始する日である。ターム終了とは、2 年間の修士課程を終了する日である。研究開始とは、研究活動の最初の作業を実施する日である。論文提出とは、研究活動の最後の作業となる修士論文を提出する日である。論文締切とは、研究活動の最終作業である修士論文提出の期日である。図 6.2 の作業計画のモデルに基づき、システムに実装する作業計画のデータ構造を設計した。実装する作業計画のデータ構造を表 6.4 に示す。表 6.4 にあるテーブル（projects、terms、term period、milestones）を mysql データベースに登録する。次に、各テーブルに初期値を登録する。projects には、リアルプロジェクトの分野であるデザイン、テクノロジ、マネジメント、ポリシーを登録する。terms には、学生の入学年度を登録する。term period には、学生の入学

年度に応じた学期開始日時、学期終了日時、論文締切日時を登録する。milestones の活動開始作業には表 6.3 の 0. ユーザ登録、活動終了作業には表 6.3 の 26. 論文提出を登録する。milestone の情報は、システムがプロジェクトの開始と終了の作業を識別するために必要である。

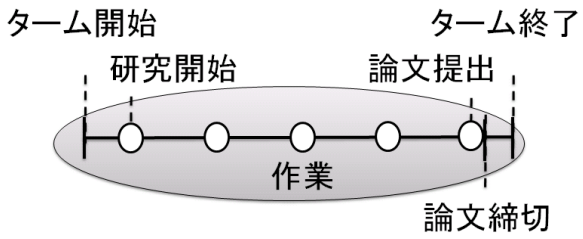


図 6.2: KMD 修士課程の作業計画モデル

(3) ユーザ登録では、ユーザがシステムを利用するための個人情報を登録する。ユーザの個人情報を保持するデータ構造を表 6.5 に示す。表 6.5 にあるテーブル（users）を mysql データベースに登録する。次に、各テーブルにユーザデータを登録する。user name、password には、システムにログインするための ID とパスワードを登録する。term id には、学生の入学年度を登録する。project id には、学生が参加するプロジェクトを登録する。status には、学生のプロジェクトのステータス（in progress/graduated) を登録する。

(4) 作業履歴登録では、ユーザの活動の作業実績を登録する。ユーザの作業実績を保持するデータ構造を表 6.5 に示す。表 6.5 にあるテーブル（activity list）を mysql データベースに登録する。次に、各テーブルにユーザの作業実績を登録する。ユーザの作業実績登録作業は、システム導入前のみ手作業で行う。activity id には、ユーザが実施する作業を登録する。start date には作業を開始した日時を登録する。end date には作業を終了した日時を登録する。user id には作業を実施したユーザを登録する。

(6) 作業履歴保存は、ユーザがの (C) 作業実績入力画面で作業のステータスを start、cancel、completed に遷移した場合に実行される。(6) 作業履歴保存では、表 6.5 にあるテーブル（activity list）にユーザの作業実績を登録する。ユーザが start を選択した場合、activity list テーブルに新しい実績を挿入し、activity list id、activity id、start date、user id を登録する。ユーザが cancel を選択した場合、activity list テーブルより、挿入された実績が削除される。ユーザが completed を選択した場合、挿入された実績の end date を登録する。

6.3.3 作業計画の生成

作業計画生成機構では、図 6.1 の (5) 作業計画作成の作業を実装する。この作業では、ある同一の目的を達成した複数の人の作業実績から作業と作業の依存関係を収集し、作業の抜けや手戻の少ない効率的な作業計画を生成する。システム導入時は、図 6.1 の (4) 作業履歴登録で登録した作業実績を分析対象とする。システム導入以降は、ユーザが登録した作業実績を分析対象とする。

(5) 作業計画作成では、PMBOK [7] のプロジェクト・スケジュール・ネットワーク図を応用し、作業実績から活動の作業の依存関係を分析する処理を実装する。そして分析結果から、活動を完了させるための作業経路を生成する処理を実装する。次に、作業実績から活動の作業の実施頻度、作業の実施期間、作業の実施順序を分析する処理を実装する。作業の実施頻度と実施順序の分析には DSM 法 [2] を応用する。そして、分析結果を用いて活動の作業計画を生成する処理を実装する。

作業経路の分析

作業経路の分析では、作業実績から作業の依存関係を収集する。そして、活動を完了できる全ての作業経路を生成する。図 6.3 に示す作業経路分析の処理の例を用いて、実装する処理を説明する。

まず、作業実績：ABCDE を読み込む。作業実績：ABCDE の作業の依存関係を分析し、作業順序：AB、ABC、ABCD、ABCDE を作業経路一覧に挿入する。次に、作業実績：ACE を読み込む。作業実績：ACE の作業の依存関係を分析し、作

業実績：AC、ACE を作業経路一覧に挿入する。そして、新しく追加した作業順序：AC、ACE を他のパターンの作業順序：AB、ABC、ABCD、ABCDE と組み合わせる。最後に新しい組み合わせの作業順序：ACB、ACBD、ACBDE、ACBE、ABCE を作業経路一覧に挿入する。最終的に、活動を完了する作業経路：ABCDE、ACE、ACBDE、ACBE、ABCE を得る。

作業頻度、作業の所要時間、作業順序の分析

作業実績を分析し、作業の実施頻度と作業の実施期間を得て、作業の依存関係を収集する。処理の例を用いて、実装する処理の流れを説明する。

まず、作業実績から各作業の実施期間を読み込み、平均実施時間を算出する。また、作業の最終実施日時を保持する。これが作業の実施期間の分析結果となる。次に、作業実績を DSM に挿入する。図 6.3 に作業実績：ABCDE、ACE を挿入した例を示す。作業の実施頻度は、活動の最後の作業：E の行を分析して得る。図 6.3 の作業：E の行より、作業：A、C の実施頻度が他の作業に比べて高い。また、作業の実施頻度を分析した後、DSM が下三角になるように作業順序を入れ替える。最終的なマトリクスの作業の並び順が、作業実績から得られる作業の抜けや手戻の少ない効率的な作業順序となる。図 6.3 では、作業経路：ABCDE が作業実績より得られる作業順序である。

作業計画の生成

作業計画の生成では、作業実績より得た作業順序に従う作業経路を抽出する。そして、作業経路の中で実施頻度が高い作業を含む作業経路を利用して作業計画を生成する。作業計画を生成する際、各作業の実施期間を参照する。このとき、各作業の期日や最終期日に間に合わない作業計画は使用しない。該当する作業経路がない場合、作業実績を分析して得た作業順序を作業経路として扱う。

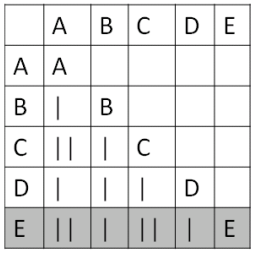


図 6.3: 作業の分析例

6.4. 活動状況検知機能

活動状況の検知では、図 6.1 の (7) 活動状況検知と (8) 作業計画提示の作業を実装する。(7) 活動状況検知では、生成した作業計画に基づき、目的を達成する人の作業の進捗状況を表す。ユーザの作業実績を活動の作業計画と比較し、ユーザが実施した作業を一番多く含む作業計画を抽出する。作業実績を作業計画に対する進捗とすることで、ネットワークにアクセスするユーザの活動状況を得る。そして、図 6.1 の (8) 作業計画提示画面で、ユーザの活動状況を表示する。

6.5. 活動状況と情報の関連付け機能

活動状況と情報の関連付けでは、図 6.1 の (B)(8) 作業計画提示の作業を実装する。ユーザの活動状況は作業実績により表現される。また、(8) 作業計画提示で、活動状況に関連付けられた作業計画の情報を提供する。

(B)(8) 作業計画提示画面では、ユーザの作業実績と作業計画を表示する。GUI には HTML と SIMILE Widgets Timeline [6] が提供する Java Script を利用する。php に記載された処理で画面に表示する作業実績と作業計画のデータを mysql より取得

する。その後、mysql のデータを Java Script が扱える JSON（Java Script Object Notation) 形式に変換する。JSON 形式のデータを SIMILE Widgets Timeline [6] で読み込み、ユーザの作業実績と作業計画をタイムラインで表示する。

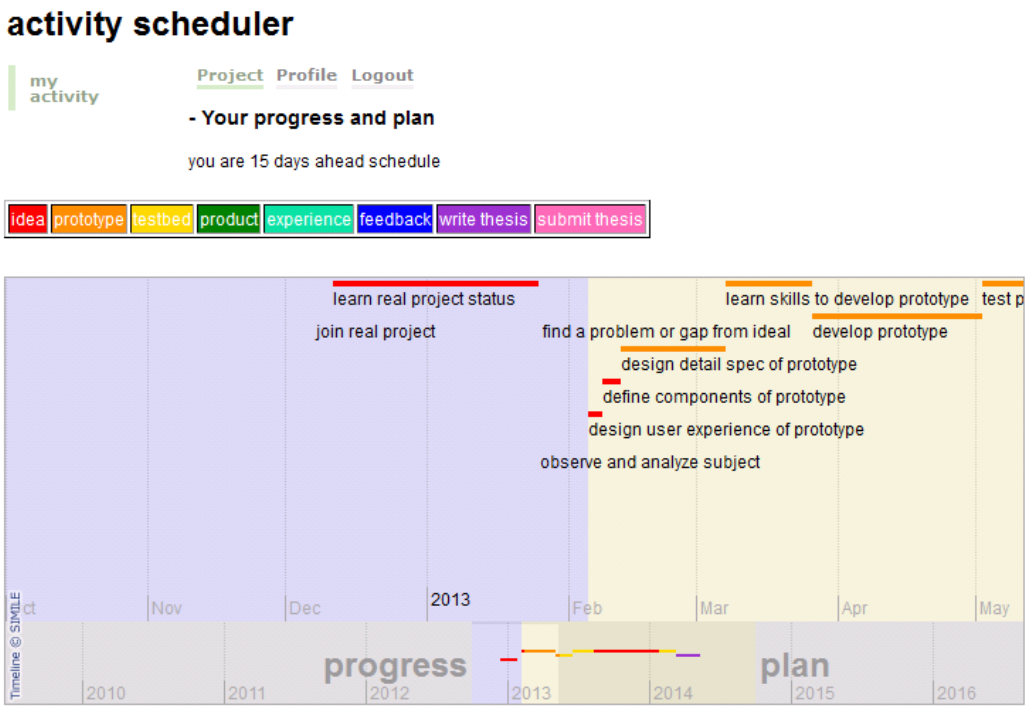
6.6. Activity Scheduler の実装

KMD 修士課程の活動状況を示し、学生が必要とする残作業の情報を提示するウェブアプリケーションの実装に関して述べる。開発に使用したのは、前述したように PHP と Mysql である。GUI（Graphical User Interface）には、HTML と SIMILE Widgets Timeline [6] が提供する Java Script を利用している。実際に実装したウェブアプリケーションの GUI を、図 6.4 に示す。

ウェブアプリケーションには、サインアップを実施後、ログインできる。ログイン後、図 6.4 が表示される。図 6.4 の上段には、ユーザの修士論文に向けた作業実績、作業計画がタイムラインで表示される。図 6.4 の下段で、ユーザが作業実績を更新する。ユーザが作業実績を更新するには、図 6.4 の下段より更新する作業を選び、menu に記載されたステータスを選択する。例えば作業を開始した場合は start、作業を完了した場合は completed、作業を取り消したい場合は cancel を選択する。作業を完了し、completed を選択した際にネットワーク上の作業実績は更新される。作業実績が更新されると、タイムラインに表示される内容も更新される。

6.7. システムのまとめ

本章では、アクティビティリフレクションインターフェイスの機能を有する、ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュールシステムの実装を行った。活動の表記化機能では、作業のデータ構造の実装、作業計画のデータ構造の実装、ある同一の目的を達成した複数の人の作業実績から作業と作業の依存関係を収集し、作業の抜けや手戻の少ない効率的な作業計画を生成する機能を実装した。活動状況検知機能では、生成した作業計画に基づき、目的を達成する人の作業の進



Your progress

task	process	activity	menu1	menu2
idea	find subject	join real project	done	
		learn real project status	done	
	state subject's problem	observe and analyze subject	done	
		find a problem or gap from ideal	done	
	design prototype	design user experience of prototype	completed	cancel

Remaining activity

task	process	activity	menu
idea	design prototype	design user experience of prototype	start
		define components of prototype	start
prototype	prototype development	design detail spec of prototype	start
		learn skills to develop prototype	start
		develop prototype	start
		test prototype operation	start

図 6.4: KMD の学生向け作業計画情報提示ウェブアプリケーション

捗状況を表す機能を実装した。活動状況と情報の関連付け機能では、生成した作業計画に基づき、目的を達成する人の進捗管理を自律的に行う。そして、人の作業の進捗状況に応じて、目的を達成するための作業、作業の実施順序、作業の実施期間を人に提示する機能を実装した。最後に、KMD 修士課程向けにネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構を実装したウェブアプリケーションを実現した。このウェブアプリケーションは、KMD 修士課程の作業計画を生成し、生成した作業計画に基づき学生の作業の進捗状況を表す。そして作業計画に基づき、作業の進捗管理を自律的に行い、目的の達成に向けた作業、作業の実施順序、作業の実施期間の情報を学生に提示する。本研究における実装は以上である。

表 6.3: 作業データの初期値

段階	条件	作業	
ユーザ登録	ユーザ登録	0	ユーザ登録
アイディア	対象を見つける	1	リアルプロジェクト参加
		2	リアルプロジェクト理解
		3	研究テーマの対象設定
	対象が持つ問題発見	4	対象の現状観察と分析
		5	対象の問題発見
	提供プロトタイプの規格	6	コンセプト企画
		7	コンポーネント設計
	研究の位置づけ明確化	8	研究の社会的位置づけ
		9	期待する成果の認識
		10	先行事例調査
		11	先行研究調査
		12	先行事例、研究との差別化
	評価準備	13	評価項目の作成
		14	評価環境の準備
プロトタイプ	プロトタイプ開発	15	プロトタイプ詳細設計
		16	開発スキル習得
		17	プロトタイプ開発
		18	プロトタイプ動作確認
テスト	ユーザテスト	19	プロトタイプ展開
		20	ユーザテストを実施
		21	フィードバックを収集
		22	プロトタイプ更新
	プロトタイプ評価	23	評価項目を実施する
		24	評価結果を考察する
論文	論文提出	25	論文執筆
		26	論文提出

表 6.4: 作業計画のデータ構造

構造体	変数	概要
projects	project id	プロジェクト識別子
	project name	プロジェクト名
terms	term id	学期識別子
	term name	学期名
term period	term period id	学期期間識別子
	term id	学期識別子
	term start date	学期開始日時
	term end date	学期終了日時
	term goal date	論文締切日時
milestones	milestone id	マイルストーン識別子
	start action id	活動開始作業
	goal action id	活動終了作業

表 6.5: ユーザ情報のデータ構造

構造体	変数	概要
users	user id	ユーザ識別子
	user name	ユーザ名
	password	ログインパスワード
	term id	ターム識別子
	project id	プロジェクト識別子
	status	プロジェクトステータス
activity list	activity list id	活動履歴識別子
	activity id	アクティビティ識別子
	start date	開始日時
	end date	終了日時
	user id	ユーザ識別子

第7章
評　　価

本研究における評価をおこなう。評価環境には、Activity Scheduler を利用する。評価を行うのは以下の 8 点である。

1. 作業経路の評価
   個々の作業実績における作業の依存関係を収集して得た、作業経路の評価である。システムが生成した作業経路の作業順序や本数について評価する。

2. 作業実施順序、実施頻度、実施期間の評価
   DSM 法を用いて複数の作業実績を分析して得た、作業の実施頻度と作業の実施期間、作業の依存関係から生成した作業順序についての評価である。ここでは、複数の KMD 卒業生の作業実績から作業の依存関係を収集して得た、作業の実施順序を評価する。

3. 作業実施順序の再評価
   DSM 法を用いて複数の作業実績をから作業の依存関係を収集して得た、作業の実施順序について再評価する。ここでは、RPG アプリ攻略時の作業実績から作業の依存関係を収集して得た、作業の実施順序を評価する。

4. 作業表記化の評価
   DSM 法を用いて作業実績を分析して得た、作業の分割方法について評価する。

5. 作業計画の評価
   作業実績より得た作業の実施順序、実施頻度、実施期間を利用して生成した作業計画を評価する。

6. 活動状況検知機能の評価
   システムが生成した作業計画に基づき表示する、個人の活動進捗状況について評価する。

7. 情報関連付け機能の評価
   作業計画に基づき、人の作業の進捗状況に応じて人に提示する、目的の達成に向けた作業、作業の実施順序、作業の実施期間について評価する。

8. 機能比較
   類似サービスとの機能比較を行う

上記の 3 と 8 以外の評価を実施するため、KMD 卒業生が修士課程で実施した作業の実績をアンケート形式で収集した。アンケートには、システムが提供するデフォルトの作業データを記載し、KMD 卒業生に修士論文提出までの作業実施順と作業の実施期間の記入を依頼した。収集した作業実績の結果を表 7.1 に示す。今回のアンケート対象となった学生のリアルプロジェクトは、テクノロジー系（４人）とデザイン系（１人）である。各卒業生の作業実績を表 7.1 の A、B、C、D、E の欄に示す。

7.1. 作業経路の評価

KMD 卒業生の作業実績をシステムが分析し、作業の依存関係から作業経路を生成した。現状のシステムが作業を反復して実施することや、複数の作業を同時に実施することに対応していないため、KMD 卒業生の作業実績には、表 7.1 の B、D、E を利用した。システムが生成した作業経路の数は 81,161 である。この内、活動を完了させる作業経路の数は 4,677 である。活動を完了させる作業経路の一部を図 7.1 に示す。ここで、図 7.1 の作業経路の作業の数値は、表 6.3 の作業の番号である。

生成された作業経路は、作業実績の作業の依存関係に従うものである。

	作業経路																									
1	1	2	3	4	5	8	9	10	11	6	12	7	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
2	2	1	5	4	8	3	9	10	6	7	15	16	11	12	17	13	19	18	14	20	22	21	23	24	25	26
3	3	1	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26									
4	1	2	5	4	8	3	9	10	6	7	15	16	11	12	17	13	19	18	14	20	22	21	23	24	25	26
5	1	3	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26									
6	3	1	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	2	26								
7	3	1	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	2	25	26								
8	3	1	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	2	24	25	26								
9	3	1	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	2	23	24	25	26								
10	3	1	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	2	13	23	24	25	26								
11	3	1	5	4	6	7	15	16	17	18	20	2	21	13	23	24	25	26								
12	3	1	5	4	6	7	15	16	17	18	2	20	21	13	23	24	25	26								
13	3	1	5	4	6	7	15	16	17	2	18	20	21	13	23	24	25	26								
14	3	1	5	4	6	7	15	16	2	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
15	3	1	5	4	6	7	15	2	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
16	3	1	5	4	6	7	2	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
17	3	1	5	4	6	2	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
18	3	1	5	4	2	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
19	3	1	5	2	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
20	3	1	2	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
21	1	3	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	2	26								
22	1	3	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	2	25	26								
23	1	3	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	2	24	25	26								
24	1	3	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	2	23	24	25	26								
25	1	3	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	2	13	23	24	25	26								
26	1	3	5	4	6	7	15	16	17	18	20	2	21	13	23	24	25	26								
27	1	3	5	4	6	7	15	16	17	18	2	20	21	13	23	24	25	26								
28	1	3	5	4	6	7	15	16	17	2	18	20	21	13	23	24	25	26								
29	1	3	5	4	6	7	15	16	2	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
30	1	3	5	4	6	7	15	2	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
31	1	3	5	4	6	7	2	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
32	1	3	5	4	6	2	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
33	1	3	5	4	2	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
34	1	3	5	2	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
35	1	3	2	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
36	1	2	3	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
37	1	2	5	4	3	8	9	10	6	7	15	16	11	12	17	13	19	18	14	20	22	21	23	24	25	26
38	1	2	5	3	4	8	9	10	6	7	15	16	11	12	17	13	19	18	14	20	22	21	23	24	25	26
39	1	2	3	5	4	8	9	10	6	7	15	16	11	12	17	13	19	18	14	20	22	21	23	24	25	26
40	1	2	5	4	3	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
41	1	2	5	3	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
42	1	2	3	4	5	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
43	1	2	3	4	5	8	9	10	11	6	12	7	13	14	15	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	
44	1	2	3	4	5	8	9	10	11	6	12	7	13	14	15	16	17	18	19	20	21	23	24	25	22	26
45	1	2	3	4	5	8	9	10	11	6	12	7	13	14	15	16	17	18	19	20	21	23	24	22	25	26
46	1	2	3	4	5	8	9	10	11	6	12	7	13	14	15	16	17	18	19	20	21	23	22	24	25	26
47	1	3	2	4	5	8	9	10	11	6	12	7	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
48	2	1	3	4	5	8	9	10	11	6	12	7	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
49	3	2	1	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								
50	2	3	1	5	4	6	7	15	16	17	18	20	21	13	23	24	25	26								

図 7.1: 作業実績より生成した作業経路

7.2. 作業実施順序、実施頻度、実施期間の評価

システムが KMD 卒業生の作業実績を DSM 法を用いて分析し、作業の実施頻度と、作業の抜けや手戻の少ない効率的な作業実施順序を得た。また、システムが各作業の実施期間の平均を算出し、作業の実施期間を得た。KMD 卒業生の作業実績には、表 7.1 の B、D、E を利用した。生成したデザイン・ストラクチャ・マトリクスより得られた作業の実施順序を表 7.2 に示す。作業順序は、作業実績の作業の依存関係に従うものである。

7.3. 作業実施順序の再評価

DSM 法を用いて作業実績を分析して得た、作業の抜けや手戻の少ない効率的な作業の実施順序について再評価する。再評価の対象には、アンドロイドスマートフォン向けの RPG アプリである脱出ダンジョン [8] を利用した。図 7.2 に、脱出ダンジョンで実施する作業と作業の依存関係を示す。各作業の詳細は、表 7.3 に記載する。

この脱出ダンジョンアプリを攻略した５人の作業実績を表 7.3 のＡ、B、C、D、Ｅ欄に記載する。また、表 7.3 のデフォルト欄には、DSM 法より分析して得た作業の実施順序を記載する。

次に表 7.4 に、５人の作業実績に対し DSM 法で作業順序を分析した結果を記載する。５人の作業実績を分析することで、デフォルトの値に近い作業の抜けや手戻の少ない効率的な作業の実施順序を得ることができた。

7.4. 作業表記化の評価

プロジェクトにおける作業項目の分割について評価する。本研究で提案するシステムは、ステージゲート法 [1] を採用して作業のデータ構造を設計した。ステージゲート法は、プロジェクトを複数のステージに分割し、各ステージに達成条件（ゲート）を設けてプロジェクトの進捗を管理する。表 6.3 に示すように、システ

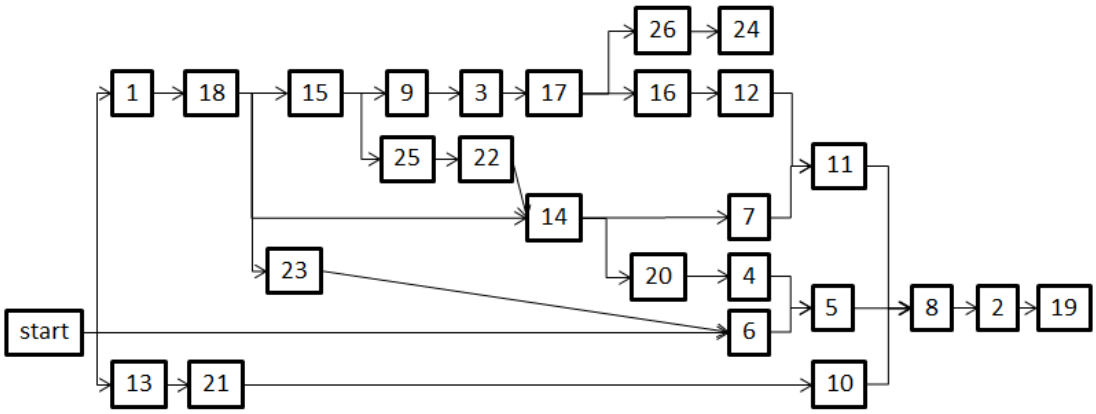


図 7.2: RPG アプリの作業依存関係

ムがデフォルトで提供する作業データは、各ゲートとリンクしている。提示する作業を実施することでゲートが達成され、プロジェクトのステージが遷移する。

DSM 法を用いて KMD 卒業生の作業実績を分析すると、図 7.3 のようにプロジェクトのステージが分割される。

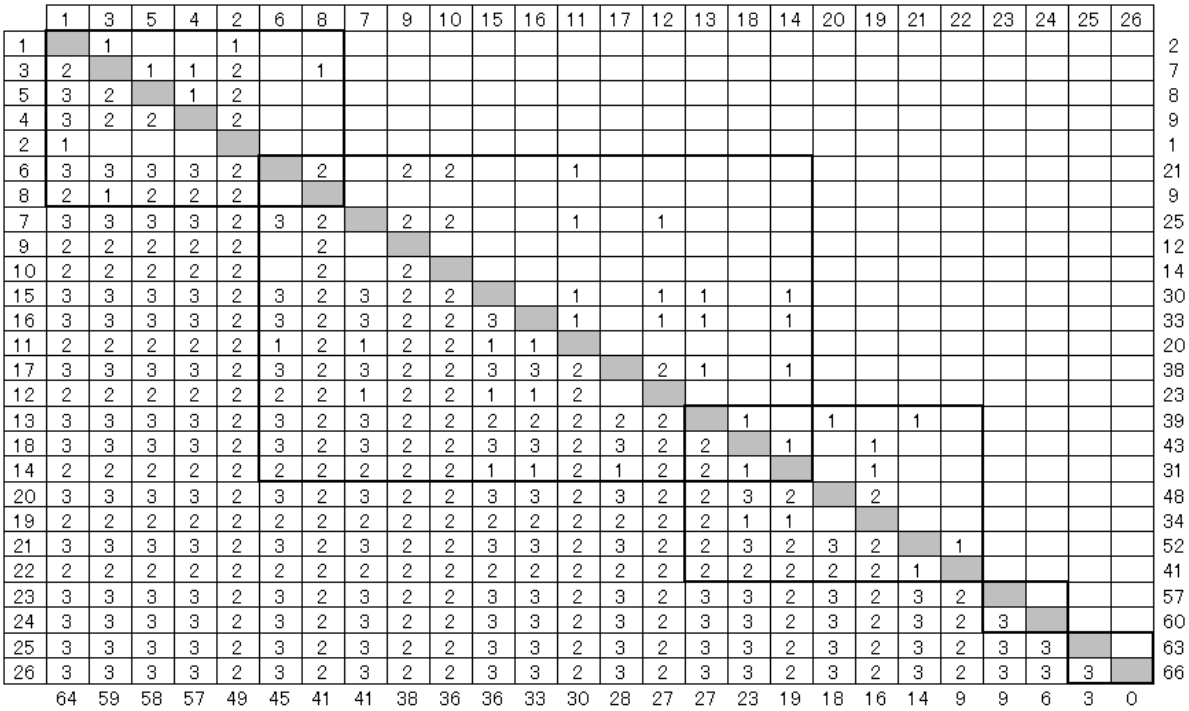


図 7.3: DSM 法によるプロジェクトのステージ分割の分析結果

デザイン・ストラクチャ・マトリクスを分析して得た、プロジェクトにおける各ステージの作業分割を表 7.5 に示す。この表 7.5 の作業順序に従う作業計画と個人の作業実績を比較することで、個人の活動状況を得る。

7.5. 作業計画の評価

システムが生成した作業計画を評価する。システムが生成した作業計画を表 7.2 に示す。システムが生成した作業計画は、活動が期日までに完了する計画となっている。

7.6. 活動状況検知機能の評価

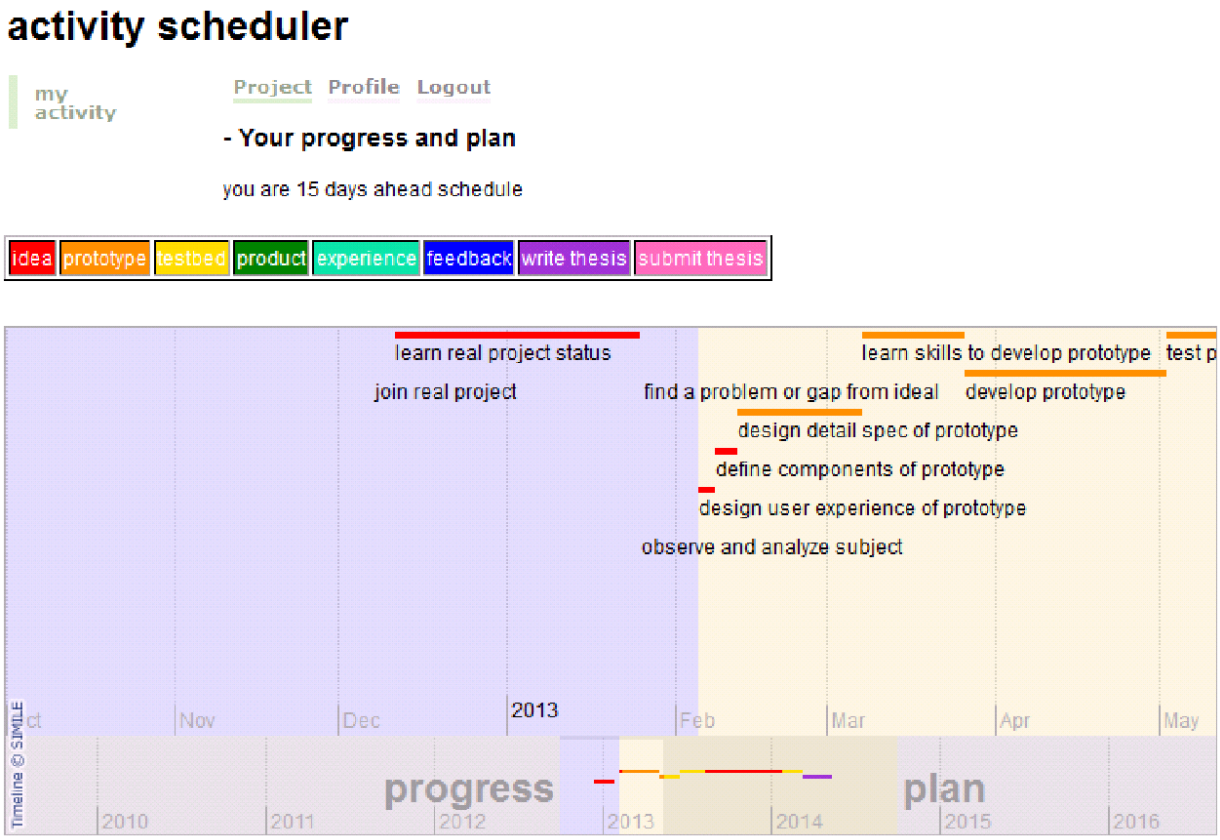
システムが生成する作業計画に基づき表示する、目的を達成する人の作業の進捗状況について評価する。Activity Scheduler に個人の作業実績を入力した場合の、個人の作業の進捗状況は図 7.4 のように表示される。個人の作業実績に応じて、作業の進捗状況が変化する。

7.7. 情報関連付け機能の評価

システムは生成する作業計画に基づき、目的を達成する人の作業の進捗管理を自律的に行う。人の作業の進捗状況に応じてシステムが提示する、目的の達成に向けた作業、作業の実施順序、作業の実施期間について評価する。Activity Scheduler に個人の作業実績を入力した場合、個人の作業の進捗状況に関連付けられた情報は図 7.4 のように表示される。個人の作業実績に応じて、作業の進捗状況が更新される。人の作業の進捗状況に応じて、目的を達成するための作業、作業の実施順序、作業の実施期間が表示される。

7.8. 機能比較

類似サービスとの機能比較を行った結果を表 7.6 に記載する。



Your progress

task	process	activity	menu1	menu2
idea	find subject	join real project	done	
		learn real project status	done	
	state subject's problem	observe and analyze subject	done	
		find a problem or gap from ideal	done	
	design prototype	design user experience of prototype	completed	cancel

図 7.4: 活動状況と活動状況に関連付けられた情報の提示

7.9. 評価まとめ

本研究において開発したシステムの評価を行った。評価方法は7つで、1点目が作業実績を分析してシステムが生成する作業経路の評価を行った。2点目が作業実績を分析して得る作業の実施順序、実施頻度、実施期間の評価を行った。3点目が、作業実績を分析して得る作業の分割の評価を行った。4点目がシステムが生成する作業計画の評価を行った。5点目に活動状況検知機能を評価した。6点目に活動状況に対する情報関連付け機能を評価した。そして7点目に類似サービスとの機能比較を行った。

本研究で実現したシステムは、今回のKMD卒業生の作業実績にある反復作業や複数の作業の同時進行には対応していない。今後、これらを作業実績として収集するための機能拡張が必要である。また、現状のシステムでは、作業実績より作業が抜けた場合の補正をデザイン・ストラクチャ・マトリクスで行っていない。デザイン・ストラクチャ・マトリクスに、作業の重み付けを考慮するための検討が必要である。最後に、現状のシステムでは、一つの作業経路を利用して作業計画を生成している。今後、複数の作業計画を生成するための検討が必要である。

表 7.1: KMD 修士課程の学生の作業実績

条件	作業	A	B	C	D	E
対象をみつける	リアルプロジェクト参加	2	1	2	2	2
	リアルプロジェクト理解	3	2	3	1	-
	研究テーマの対象設定	1	3	6	6	1
対象が持つ問題発見	対象の現状観察と分析	4	4	3	4	4
	対象の問題発見	5	5	3	3	3
提供プロトタイプの企画	コンセプト企画	11,24	10	7	9	5
	コンポーネント設計	12,25	12	8	10	6
研究の位置づけ明確化	先行事例調査	6	6	9	5	-
	先行研究調査	6	7	9	7	-
	先行事例、研究との差別化	7	8	9	8	-
	研究の社会的位置づけ	1,8	9	9	13	-
	期待する成果の認識	9	11	9	14	-
評価準備	評価項目の作成	13,26	13	10	16	13
	評価環境の準備	14,27	14	11	19	-
プロトタイプ開発	プロトタイプ詳細仕様設計	15,28	15	7	11	7
	開発スキル習得	29	16	1	12	8
	プロトタイプ開発	16,30	17	7	15	9
	プロトタイプ動作確認	17,31	18	8	18	10
ユーザテスト	プロトタイプの展開	32	19	11	17	-
	ユーザテストを実施	18,33	20	11	20	11
	フィードバックを収集	19,34	21	11	22	12
	プロトタイプ更新	23	22	-	21	-
プロトタイプ評価	評価項目を実施する	20,35	23	12	23	14
	評価結果を考察する	21,36	24	13	24	15
論文提出	論文執筆	10,22,37	25	14	25	16
	論文提出	38	26	15	26	17

表 7.2: 作業の分析結果

作業順	作業	実施頻度	実施期間 (days)	作業計画 (days from start)
1	リアルプロジェクト参加	3/3	48	48
2	研究テーマの対象設定	3/3	30	78
3	対象の問題発見	3/3	27	105
4	対象の現状観察と分析	3/3	41	146
5	リアルプロジェクト理解	2/3	76	222
6	コンセプト企画	3/3	40	262
7	先行事例調査	2/3	11	273
8	コンポーネント設計	3/3	33	306
9	先行研究調査	2/3	10	316
10	先行事例、研究との差別化	2/3	10	326
11	プロトタイプ詳細仕様設計	3/3	16	342
12	開発スキル習得	2/3	11	353
13	研究の社会的位置づけ	3/3	15	368
14	プロトタイプ開発	3/3	108	476
15	期待する成果の認識	2/3	15	491
16	評価項目の作成	3/3	12	503
17	プロトタイプ動作確認	3/3	19	522
18	評価環境の準備	2/3	12	534
19	ユーザテストを実施	2/3	5	539
20	プロトタイプの展開	3/3	7	546
21	フィードバックを収集	3/3	7	553
22	プロトタイプ更新	2/3	4	557
23	評価項目を実施する	3/3	7	564
24	評価結果を考察する	3/3	8	572
25	論文執筆	3/3	105	677
26	論文提出	3/3	1	678

表 7.3: RPG 攻略記録

	作業	A	B	C	D	E	デフォルト
1	宝１、ハンマーを開ける	1	1	1	1	1	1
2	宝２、時空の鍵を開ける	25	25	23	25	23	24
3	宝４、冷気の玉を開ける	6	5	7	9	7	7
4	宝５、青の紋章を開ける	15	13	13	11	13	17
5	仕掛け１に、青の紋章を使う	16	17	14	16	19	20
6	仕掛け２のスイッチの赤緑青緑にする	2	16	5	15	18	15
7	仕掛け３に、タリスマンを使う	19	14	17	17	20	16
8	仕掛け４に話しかける	24	24	22	24	22	22
9	仕掛け６に、金の鍵を使う	5	4	6	8	6	5
10	仕掛け７に、緑の紋章を使う	10	20	21	23	17	19
11	仕掛け８に、赤の紋章を使う	23	23	18	18	21	21
12	宝６、赤の紋章を開ける	22	22	16	14	10	18
13	仕掛け２７、ミントカの葉を調べる	8	18	19	21	14	10
14	仕掛け２８、タリスマンを調べる	13	11	11	7	11	8
15	宝９、金の鍵を開ける	4	3	3	4	3	3
16	仕掛け９に、ハンマーを使う	21	21	15	13	9	13
17	仕掛け１３に、冷気の玉を使う	7	6	10	12	8	9
18	仕掛け１４に、ハンマーを使う	3	2	2	2	2	2
19	仕掛け１５に、時空の鍵を使う	26	26	24	26	24	26
20	仕掛け１６に、タリスマンを使う	14	12	12	10	12	12
21	仕掛け１７に、ミントカの葉を使う	9	19	20	22	15	14
22	仕掛け２５のメモ、９歩３歩を読む	12	8	9	6	5	6
23	仕掛け３０のメモ、赤緑青緑を読む	20	15	4	3	16	11
24	宝１、ミントカの剣を開ける	18	10	26	20	26	25
25	仕掛け５に、金の鍵を使う	11	7	8	5	4	4
26	仕掛け１２に、ハンマーを使う	17	9	25	19	25	23

表 7.4: RPG アプリ攻略実績の比較

	作業	実績	デフォルト
1	宝１、ハンマーを開ける	25.0	25
2	宝２、時空の鍵を開ける	1.8	2
3	宝４、冷気の玉を開ける	19	19
4	宝５、青の紋章を開ける	13.0	9
5	仕掛け１に、青の紋章を使う	9.6	6
6	仕掛け２のスイッチの赤緑青緑にする	14.8	11
7	仕掛け３に、タリスマンを使う	8.6	10
8	仕掛け４に話しかける	2.8	4
9	仕掛け６に、金の鍵を使う	20.2	21
10	仕掛け７に、緑の紋章を使う	7.8	7
11	仕掛け８に、赤の紋章を使う	5.4	5
12	宝６、赤の紋章を開ける	9.2	8
13	仕掛け２７、ミントカの葉を調べる	10.0	16
14	仕掛け２８、タリスマンを調べる	15.4	18
15	宝９、金の鍵を開ける	22.6	23
16	仕掛け９に、ハンマーを使う	10.2	13
17	仕掛け１３に、冷気の玉を使う	17.4	17
18	仕掛け１４に、ハンマーを使う	23.8	24
19	仕掛け１５に、時空の鍵を使う	0.8	0
20	仕掛け１６に、タリスマンを使う	14.0	14
21	仕掛け１７に、ミントカの葉を使う	9.0	12
22	仕掛け２５のメモ、９歩３歩を読む	18.0	20
23	仕掛け３０のメモ、赤緑青緑を読む	14.4	15
24	宝１、ミントカの剣を開ける	6.0	1
25	仕掛け５に、金の鍵を使う	19.0	22
26	仕掛け１２に、ハンマーを使う	7.0	3

表 7.5: 作業表記化の分析結果

段階	条件	作業
アイディア	対象を見つける	リアルプロジェクト参加
		リアルプロジェクト理解
		研究テーマの対象設定
	対象が持つ問題発見	対象の現状観察と分析
		対象の問題発見
	提供プロトタイプの企画・設計	コンセプト企画
		先行事例調査
プロトタイプ	提供プロトタイプの設計	コンポーネント設計
	研究の位置づけ明確化	先行研究調査
		先行事例、研究との差別化
		研究の社会的位置づけ
		期待する成果の認識
	プロトタイプ開発	プロトタイプ詳細設計
		開発スキル習得
		プロトタイプ開発
	評価準備	評価項目の作成
		評価環境の準備
		プロトタイプ動作確認
テスト	ユーザテスト	プロトタイプ展開
		ユーザテストを実施
		フィードバックを収集
		プロトタイプ更新
評価	プロトタイプ評価	評価項目を実施する
		評価結果を考察する
論文	論文提出	論文執筆
		論文提出

表 7.6: 機能比較

項目	ナビアプリ	アクティビティスケジューラ
ノード	位置情報	作業
ノード間のリンク	移動手段	作業の順序関係
経路表示	○	○
スケジュール表示	○	○
スケジュール算出方法	■動的情報 車：移動実績 ■静的情報 車：移動距離、高速道路利用料金 徒歩、自転車：移動距離 公共交通機関：利用料金、時刻表	■動的情報 作業実績
経路検索方法	時間順 料金順 移動手段変更回数	時間順 作業数順
利用ケース	徒歩、自転車、車での移動 公共交通機関での移動時	物の手作り 機器の操作方法

第8章
今後の課題

本章では本研究の今後の課題に関して議論する。これまでアクティビティリフレクションインターフェイスの機能を有する、ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構の開発を論じてきた。今後のシステムの課題として以下が挙げられる。

1. 分析対象とする作業実績の拡張

2. 作業順序の分析方法の改善

3. 初期データの設定方法

1. システムが分析対象とする作業実績に拡張に関して述べる。現状のシステムは、活動の中の作業は一つずつ順に実施ことを想定している。しかし、表7.1のKMD卒業生の作業実績にもあるように、活動の中には工程の中で同一作業を複数回実施する場合や、複数の作業を同一期間で実施する場合がある。人の活動を正しく表現するためには、このような反復作業や重複作業にもシステムが対応する必要がある。反復作業や重複作業を含む作業実績を分析対象とする際、システムに反復作業や重複作業を含む作業実績を収集し蓄積する機能とデザイン・ストラクチャ・マトリクスで反復作業と重複作業を区別して作業の実施順序を生成する次のような機能が必要となる。まず、作業実績を収集し蓄積するため、ウェブアプリケーションに反復作業や重複

作業を入力できるユーザインターフェイスが必要である。作業実績の蓄積には、現状のシステムのデータ構造を利用する。そして、これらの作業実績を表 5.3 に従い、デザイン・ストラクチャ・マトリクスに記載する。反復作業は表 5.3 の coupled に従い記載し、重複作業は表 5.3 の parallel に従い記載する。次に、既存のシステムの機能を利用して、デザイン・ストラクチャ・マトリクスから作業の実施順序を生成する。作業の実施順序を生成する際、重複作業の判別をデザイン・ストラクチャ・マトリクスの最下段の数値を用いて行う。デザイン・ストラクチャ・マトリクスの最下段の数値とは、図 7.3 の最下段の数値を示す。この数値は、複数の作業実績から得られた作業の実施順序の平均である。この数値の並びのうち、デザイン・ストラクチャ・マトリクスに反映した作業実績の数以上離れているものは、表 5.3 の sequential な並びの作業である。また、反映した作業実績の数未満のものは、重複して実施できる作業となる。反復作業は、デザイン・ストラクチャ・マトリクスにある作業のうち上三角の部分に数値が記載されたものである。今後、ここで提案する機能をシステムに実装し、期待する結果が得られるかの評価が必要である。

2. システムの作業順序分析の改善に関して述べる。1 点目の改善点は、作業の抜けがある作業実績の場合、デザイン・ストラクチャ・マトリクスで作業の抜けに対する補正を行うことである。現状のシステムではこの補正を行っていないため、実施されない作業を含む作業実績の場合、生成する作業の実施順序が正しい順序とならない。デザイン・ストラクチャ・マトリクスで作業の実施順序を分析する際、作業の依存関係以外に作業の実施有無も考慮する必要がある。2 点目の改善点は、現状のシステムでは作業実施順序を一つに絞り、作業計画を生成している。人は多様な作業経路で活動を実施するため、システムが複数の作業実施順序を生成する必要がある。

3. システムの初期の作業データの設定方法に関して述べる。現状のシステムには、ある学生の作業実績を基を作業データの初期値として利用した。今回と

は異なる活動に対応したシステムを実装する場合、作業の初期データが必要となる。これには、活動を実施する人の作業実績を収集する必要がある。その後、7.4 で実施したように、デザイン・ストラクチャ・マトリクスで作業表記化を分析する。

第9章
結　　論

本論文では、アクティビティリフレクションインターフェイスの機能を有する、ネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構の提案を行い、設計、実装を行った。現在では、世界の人がネットワークを経由して仮想的につながるようになり、人が様々な活動の情報を共有するようになった。人は、ネットワーク上の膨大な情報の中から、必要な情報を自身で検索して活用している。こうした背景から、ネットワーク上の情報に人が容易にアクセスできる環境が必要となる。人がネットワーク上から活動に必要な情報を検索している事柄を1章にて述べた。人の活動と活動状況をネットワーク上に投影し、ネットワーク上の情報を人の活動状況に関連付けて管理するアクティビティリフレクションインターフェイスの提案を2章で行った。そして、3章ではアクティビティリフレクションインターフェイスに関連するネットワーク上のサービスに関して現状と課題について議論した。アクティビティリフレクションインターフェイス実現に向けて、人の活動と活動状況をネットワーク上に投影するシステムが必要であることを示した。4章ではアクティビティリフレクションインターフェイスに関連するサービスの現状と課題を踏まえ、アクティビティリフレクションインターフェイスの機能を有するネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構の提案を行った。そして、人の活動と活動状況をネットワーク上に投影するための活動表記化手法を議論した。この議論を踏まえて、5章、6章ではネットワークを活用した経験蓄積に基づくスケジュール機構の設計と実装を行った。7章では、アクティビティリフレクションインターフェイスを実現するシステムとして実装したシステムが妥当かの評価を行った。最後に、8章では今後の課題に関して議論した。アクティビティリフレクションインターフェイス実現に向けたシステムとしての課

題を挙げた。本研究で実現したシステムは、アクティビティリフレクションインターフェイスを実現する、ネットワーク上に人の活動と活動状況を投影し、ネットワーク上の情報を活動状況に関連付ける機能を持ち合わせたシステムであると言える。

謝　　辞

本研究の指導教員であり、幅広い知見から的確な指導と暖かい励ましやご指摘をいただきました慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の杉浦一徳准教授に心から感謝いたします。

研究指導や論文執筆などについて様々な助言や指導をいただきました慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科の砂原秀樹教授に心から感謝いたします。

幅広い知見から様々な助言や指導をいただきました慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科の古川享教授に心から感謝いたします。

最後に、研究活動に関する理解とともに、経済面や生活面、育児において支援して頂きました家族に心から感謝いたします。

参 考 文 献

[1] Cooper, R. G. *Winning at new products: accelerating the process from idea to launch*. Basic Books, 2001.

[2] Eppinger, S. D., and Browning, T. R. *Design structure matrix methods and applications*. MIT Press, 2012.

[3] Eppinger, S. D., Whitney, E. E., Smith, R. P., and Gebala, D. A. A model-based method for organizing tasks in product development. *Resarch in Engineering Design 6*, 1 (1997), 1–13.

[4] Google Inc. Google 検索. http://www.google.co.jp/ アクセス日時：2013 年 7 月 31 日.

[5] Google Inc. グラジオラス、育て方の Google 検索結果. http://www.google.co.jp/#biw=960&bih=610&sclient=psy-ab&q=%E3%82%B0%E3%83%A9%E3%82%B8%E3%82%AA%E3%83%A9%E3%82%B9%E3%80%80%E8%82%B2%E3%81%A6%E6%96%B9&oq=%E3%82%B0%E3%83%A9%E3%82%B8%E3%82%AA%E3%83%A9%E3%82%B9%E3%80%80%E8%82%B2%E3%81%A6%E6%96%B9&gs_l=hp.3..0l8.948.8240.0.10401.29.18.2.0.0.3.2225.9288.0j1j4-1j2j0j1j2j1.8.0...0.0...1c.1j4.17.psy-ab.A2uLuYiQTHE&pbx=1&bav=on.2,or.r_qf.&bvm=bv.48175248,d.dGI&fp=5d9c60ef2fe9533e アクセス日時：2013 年 7 月 31 日.

[6] Massachusetts Institute of Technology and Contributors. SIMILE Widgets Timeline. http://www.simile-widgets.org/timeline/ アクセス日時：2013 年 7 月 31 日.

[7] Project Management Institute. **プロジェクトマネジメント知識体系ガイド第３版**. Project Management Institute, 2004.

[8] TETAHA. 脱出ダンジョン. http://www.tetaha.com/ アクセス日時：2013 年 7 月 31 日.

[9] The Wikimedia Foundation Inc. Wikipedia のグラジオラスページ. http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B0%E3%83%A9%E3%82%B8%E3%82%AA%E3%83%A9%E3%82%B9 アクセス日時：2013 年 7 月 31 日.

[10] The Wikimedia Foundation, Inc. Wikipedia へようこそ. http://ja.wikipedia.org/wiki/ アクセス日時：2013 年 7 月 31 日.

[11] Yahoo Japan Corporation. Yahoo 知恵袋. http://chiebukuro.yahoo.co.jp/ アクセス日時：2013 年 7 月 31 日.

[12] Yahoo Japan Corporation. グラジオラス、育て方の Yahoo 知恵袋検索結果. http://detail.chiebukuro.yahoo.co.jp/qa/question_detail/q12106392197 アクセス日時：2013 年 7 月 31 日.

[13] Yassine, A. A. An introduction to modeling and analyzing complex product development processes using the design structure matrix (dsm) method. *Auaderni di Management(Italian Management Review) 9* (2004).

[14] 慶応義塾大学大学院メディアデザイン研究科. 慶応義塾大学大学院メディアデザイン研究科 ホームページ. http://www.kmd.keio.ac.jp/ アクセス日時：2013 年 7 月 31 日.

[15] 慶応義塾大学大学院メディアデザイン研究科. 慶応義塾大学大学院メディアデザイン研究科 修士課程 講義概要. http://www.kmd.keio.ac.jp/jp/admissions/master-lectures.php アクセス日時：2013 年 7 月 31 日.

[16] 前田陽二, 水本正晴, 小林信博. **ユビキタスコンピューティング 近未来社会の光と影**. 東海大学出版会, 2007.

[17] 中條武志. 情報の流れに着目した設計開発プロセスの標準化. *Journal of the Japanese Society for Quality Control 35*, 2 (2005), 142–149.

[18] 内平直志. 研究開発プロジェクトの知識継承. In **年次学術大会公演要旨集**, 研究・技術計画学会 (1994).

[19] 野中郁次郎, 竹内弘高, 梅本勝博. **知識創造企業**. 東洋経済新報社, 1996.