

Title	家族間のインタラクションを考慮した人間行動シミュレーション
Author(s)	水間, 庸介
Citation	
Issue Date	2016-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/13647
Rights	
Description	Supervisor:丹 康雄, 情報科学研究科, 修士

修士論文

家族間のインタラクションを考慮した
人間行動シミュレーション

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科

水間 庸介

平成 28 年 3 月

修 士 論 文

家族間のインタラクションを考慮した
人間行動シミュレーション

指導教員 丹 康雄 教授

審査委員主査 丹 康雄 教授
審査委員 篠田 陽一 教授
審査委員 リム 勇仁 准教授

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科

1310069 水間 庸介

提出年月: 2016年2月

概要

インターネットの普及に伴い、多くの家電機器がネットワーク化されることで、多くの企業が住宅内におけるサービスを展開している。これは、家庭内にホームネットワークを構築することが一般化してきたことが要因であると考えられる。ホームネットワークに関する様々なサービスとして、エネルギーマネジメント、住宅内の安心安全、ヘルスケアなどが挙げられ、今後も家庭内向けの様々なサービスが提供されることが予測される。特にエネルギーマネジメントに関わる「見える化」サービスは、現在のエネルギー使用量をリアルタイムで表示することで、エネルギー消費を削減することを目的としており、導入コストが低く、実現性が高いことから一般への導入が期待されている。このサービスにおいて、エネルギー消費の削減行動は人間が判断するため、個人の節電意識の高さや、家族構成の違いが、エネルギー消費の削減に関する成果に影響する。

住宅内で家庭向けに提供される新しいサービスをリリースするには、事前にテストを行い、ユーザに向けて有効性を証明する必要がある。テストには、実際に被験者の協力を得る実証実験と、コンピュータに人間の振る舞いを再現させるシミュレーションの2つの手法がある。実証実験では、複数の被験者に協力を求め、テスト環境の整った住宅を用意した上、長期間の実験時間が必要となるため、莫大なコストがかかる。シミュレータの場合は、実験時間、環境構築のコスト、実験規模、網羅性の点で優位である。しかし、人間の振る舞いを正しく再現することは困難であり、妥当性を示す必要がある。これらの手法について勘案した上で、実証実験の結果を根拠とし、大規模な世帯数による実験を可能とするシミュレータを開発することが適当であると判断した。

先行研究では、住宅内における多様な人間の行動に対応可能な、人間行動シミュレータのフレームワークが定義された。これは、動的に人間行動モデルを切り替えることで、実現困難であったユーザのリアクションを再現している。

本研究では、上記のフレームワークを踏まえて、家族間のインタラクションによる住宅内における人間行動の変化を考慮した人間行動シミュレータの開発を行う。個人を対象とした場合と、家族という複数の人間を対象とした場合、住宅内における人間の行動には変化が生じる。住宅内の共有スペースでは、テレビやエアコンなどの使用の有無について、家族の間で意見が異なることも珍しくない。このような場合には、家族内の暗黙のルールから優先すべき行動が決定され、その結果が共有スペースの環境に反映されていると考えられる。このように、個人と家族における行動方針の変化をふまえて状態を決定する、人間行動シミュレータを開発することを目的とする。

本研究を通して、家族間のインタラクションを実現した人間行動シミュレータの必要性を説明し、家族間のインタラクションを実装する上で定義を行った。また、行動の詳細化について分析することで、スケジュールの出力結果に多様性が生まれた。家族間のインタラクションを実現する上で、家族行動モデルを構築し、家族間のインタラクションが発生する行動分類を網羅した。つまり、住宅内における家族の人間行動シミュレータを開発

する上で、家族の関係性をふまえて順位付けし、優先行動を決定する。まず、住宅内において、家族で住む場合と個人で住む場合の違いについて分析し、家族の優先行動に関してモデル化を行う。このモデルをもとに、人間行動シミュレータのフレームワークを踏まえた上で、家族間のインタラクションを再現する2つの手法について提案した。2つの手法とは家族モジュールを中心に実装する手法と、個人モジュールを中心に実装する手法を指す。これに従って実装を行い、同実験環境で検証を行うことで、2つの手法のどちらが、今後人間行動シミュレータの拡張を行う上で優れているのか比較を行った。それにより、家族モジュールを中心として家族間のインタラクションを実現する人間行動シミュレーションを実装する手法が有効であると考えられる。これらの研究をもとに、家族間のインタラクションを考慮した人間行動シミュレータを実装することで、住宅内における人間行動シミュレータの妥当性を高めることを実現した。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究の背景	1
1.2	研究の目的	2
1.3	本論文の構成	3
第2章	人間行動シミュレータ	4
2.1	人間行動シミュレータの定義	4
2.2	人間行動シミュレータのフレームワーク	5
2.3	家族間のインタラクションの定義	8
第3章	家族のインタラクションを考慮した人間行動シミュレーションの設計	9
3.1	人間の行動	9
3.1.1	行動	9
3.1.2	行動の詳細化	10
3.1.3	スケジュール	15
3.2	家族行動モデル	15
3.2.1	世帯構成	15
3.2.2	家族間のインタラクションによる行動変化	16
3.3	家族間のインタラクションの実現	19
3.3.1	家族モジュールにおける家族間のインタラクションの実現	19
3.3.2	個人モジュールにおける家族間のインタラクションの実現	22
第4章	実装	25
4.1	家族モジュールにおける家族間のインタラクションの実装手法	25
4.2	個人モジュールにおける家族間のインタラクションの実装手法	25
第5章	評価及び考察	27
5.1	家族モジュールにおける家族行動シミュレーションの評価	27
5.2	個人モジュールにおける家族行動シミュレーションの評価	30
5.3	家族モジュールにおける実装と個人モジュールにおける実装による比較	33
第6章	おわりに	34

目次

2.1	人間行動シミュレータのフレームワーク [1]	6
2.2	人間行動シミュレータの実行の流れ	7
3.1	テレビのチャンネル権トラブルの解決策 [5]	17
3.2	冷暖房機器の温度設定トラブルの解決策 [6]	18
3.3	家族モジュールにおける家族行動シミュレーションの概要	20
3.4	家族モジュールにおける家族行動モデル	21
3.5	個人モジュールにおける家族行動シミュレーションの概要	23
3.6	個人モジュールにおける家族行動モデル	24

表 目 次

3.1	行動分類	10
3.2	1次行動の行動詳細	11
3.3	2次行動の行動詳細	12
3.4	3次行動の行動詳細 1	13
3.5	3次行動の行動詳細 2	14
3.6	行動詳細と家族間のインタラクション	16
4.1	ihouse を想定した部屋と家電機器	26
5.1	家族モジュールにおける実装の父親の出力結果	28
5.2	家族モジュールにおける実装の母親の出力結果	28
5.3	家族モジュールにおける実装の姉の出力結果	29
5.4	家族モジュールにおける実装の弟の出力結果	29
5.5	個人モジュールにおける実装の父親の出力結果	31
5.6	個人モジュールにおける実装の母親の出力結果	31
5.7	個人モジュールにおける実装の姉の出力結果	32
5.8	個人モジュールにおける実装の弟の出力結果	32

第1章 はじめに

本章では研究の背景、研究の目的、本論文の構成を以下に示す。

1.1 研究の背景

インターネットの普及に伴い、多くの家電機器がネットワーク化されることで、多くの企業が住宅内におけるサービスを展開している。これは、家庭内にホームネットワークを構築することが一般化してきたことが要因であると考えられる。ホームネットワークに関する様々なサービスとして、エネルギー管理、住宅内の安心安全、ヘルスケアなどが挙げられ、今後も家庭内向けの様々なサービスが提供されることが予測される。特にエネルギー管理に関わる「見える化」サービスは、現在のエネルギー使用量をリアルタイムで表示することで、エネルギー消費を削減することを目的としており、導入コストが低く、実現性が高いことから一般への導入が期待されている。このサービスにおいて、エネルギー消費の削減行動は人間が判断するため、個人の節電意識の高さや、家族構成の違いが、エネルギー消費の削減に関する成果に影響する。住宅内で家庭向けに提供される新しいサービスをリリースするには、事前にテストを行い、ユーザに向けて有効性を証明する必要がある。テストには、実際に被験者の協力を得る実証実験と、コンピュータに人間の振る舞いを再現させるシミュレーションの2つの手法がある。実証実験では、複数の被験者に協力を求め、テスト環境の整った住宅を用意した上、長期間の実験時間が必要となるため、莫大なコストがかかる。また、季節などの環境の変化が与える影響を検証するには、何度も実験を繰り返す必要があるため、実証実験を行うことは困難である。その点、シミュレータの場合は、実験時間、環境構築のコスト、実験規模、網羅性の点で優位である。しかし、人間の振る舞いを正しく再現することは困難であり、妥当性を示す必要がある。これらの手法について勘案した上で、実証実験の結果を根拠とし、大規模な世帯数による実験を可能とするシミュレータを開発することが適当であると判断した。先行研究では、住宅内における多様な人間の行動に対応可能な、人間行動シミュレータのフレームワークが定義された。これは、動的に人間行動モデルを切り替えることで、実現困難であったユーザのリアクションを再現している。本研究では、上記のフレームワークを踏まえて、家族間のインタラクションに注目した人間行動シミュレータを開発する。現在、日本において、高齢化社会の影響により家族構成の多様化が見られる。また、家族という複数の人間の存在や家族間における関係性が与える住宅内の共有スペースにおける人間行動の変化にも対応が必要であると考えられる。これらの家族というコミュニ

ティが人間行動シミュレータに与える影響を過去の実証実験データから分析し、人間行動シミュレータにおいて実装し、再現する。本研究による家族間のインタラクションを考慮した拡張を加えることで、住宅内における人間行動シミュレータの妥当性を高める。

1.2 研究の目的

本研究では、家族間のインタラクションによる住宅内における人間行動の変化を考慮した人間行動シミュレータの開発を行う。個人を対象とした場合と、家族という複数の人間を対象とした場合、住宅内における人間の行動には変化が生じる。住宅内の共有スペースでは、テレビやエアコンなどの使用の有無について、家族の間で意見が異なることも珍しくない。このような場合には、家族内の暗黙のルールから優先すべき行動が決定され、その結果が共有スペースの環境に反映されていると考えられる。このように、個人と家族における行動方針の変化をふまえて状態を決定する、人間行動シミュレータを開発する。

住宅内における家族の人間行動シミュレータを開発する上で、家族の関係性をふまえて順位付けし、優先行動を決定する必要がある。まず、住宅内において、家族で住む場合と個人で住む場合の違いについて分析し、家族の優先行動に関してモデル化を行う。次に、モデルをもとに実装し、シミュレータの実験を経て、結果からリアクションの再現性や妥当性を検証する。

1.3 本論文の構成

本論文は以下に示す構成である。

- 第1章
 - － 研究の背景と目的、本論文の構成を示す。
- 第2章
 - － シミュレーションの際に利用した先行研究の人間行動シミュレータに関する説明を行う。
- 第3章
 - － 人間行動シミュレータにおける家族のインタラクションについて述べる。
- 第4章
 - － 家族間のインタラクションを考慮した人間行動シミュレーションの実装に関して述べる。。
- 第5章
 - － 作成した人間行動シミュレーションについての評価及び考察を述べる。
- 第6章
 - － 本論文におけるまとめを述べる。

第2章 人間行動シミュレータ

2.1 人間行動シミュレータの定義

本章では高度な人間行動シミュレータを実装する上で必要となる機能 [1] として以下の7つを挙げる。

- 確率的な動作

人間行動モデルを作成する上で、決定論的アプローチによる実装を行うのは困難である。扱うデータ量が膨大になるに伴い計算量が爆発的に増加する。また、人間の不確実性が決定論的アプローチに噛み合わず、適切でないという問題もある。これらの問題に対処する上で、確率モデルや統計的計算を用いることが適している。実世界の人間行動を再現するために必要な高度な人間行動シミュレータを実装する上で不確実性や大量のデータを取り扱うことのできる、確率モデルや統計学的計算を利用する。

- 高次概念の情報判断

温湿度などの定量的なデータでは表せない、人間の意志や知性といった情報をもとに行動決定を行う場合が存在する。このような、定量的なデータを基準としない情報を高次概念の情報と位置づけ、高度な人間行動シミュレータに組み込む

- 複数の人間行動モデルの組み合わせ

人間の行動は様々な情報に影響され、考え方を変えていく。例えばHEMSにおける見えるかサービスを利用すると、消費電力量を把握することで、省エネ意識が高まり、従来より省エネを意識して行動する人間がいることが分かっている。このように、単一の人間行動モデルでは、人間一人の行動にも対応することが困難であるため、複数の人間行動モデルを用意し、状況に合わせて選択することが必要になる。

- 行動の一貫性の確保

人間行動モデルを複数用意し、組み合わせることで発生する、一人の人間のはずなのに行動に一貫性がない状況を生み出さないようにする必要がある。つまり、同じ行動を繰り返したり、性別や年齢に見合わない行動をするなどの問題が発生しないようにすることである。そのため、人間行動モデルを切り替えるのとは別に、個人の状態を把握する情報を常に保持することで行動の一貫性を確保する。

- 環境、家電シミュレータとのインタラクション

環境、家電シミュレータとのインタラクションを行うことで、シナリオに沿った行動以外にも出力することが求められる。

- 他の人間とのインタラクション

家族とともに一つの住宅で済む場合、住宅内の共有スペースなどの利用において意見の違いが生まれる可能性がある。つまり、個人の判断のみで行動が決定されるわけではないため、家族のルールを意識し、他の人間とのインタラクションを実現する必要がある。

- 実世界とのインタラクション

実世界とのインタラクションを行う上で、2つの手法が存在する。シミュレータへの入力として実世界のセンサやUIを用いてリアルタイムに用いること、人間行動シミュレータの出力を実世界の家電とインタラクションさせることがあげられる。

2.2 人間行動シミュレータのフレームワーク

先行研究では、人間行動シミュレータの定義を踏まえ、住宅内における多様な人間の行動に対応可能な人間行動シミュレータのフレームワーク図2.1が定義された。これは、動的に人間行動モデルを切り替えることで、実現困難であったユーザのリアクションを再現している。このフレームワークはコアモジュール、家族モジュール、個人モジュール、人間行動モジュール、実世界通信モジュールの5つからなり、各モジュールの働きにより人間行動をシミュレーションする。

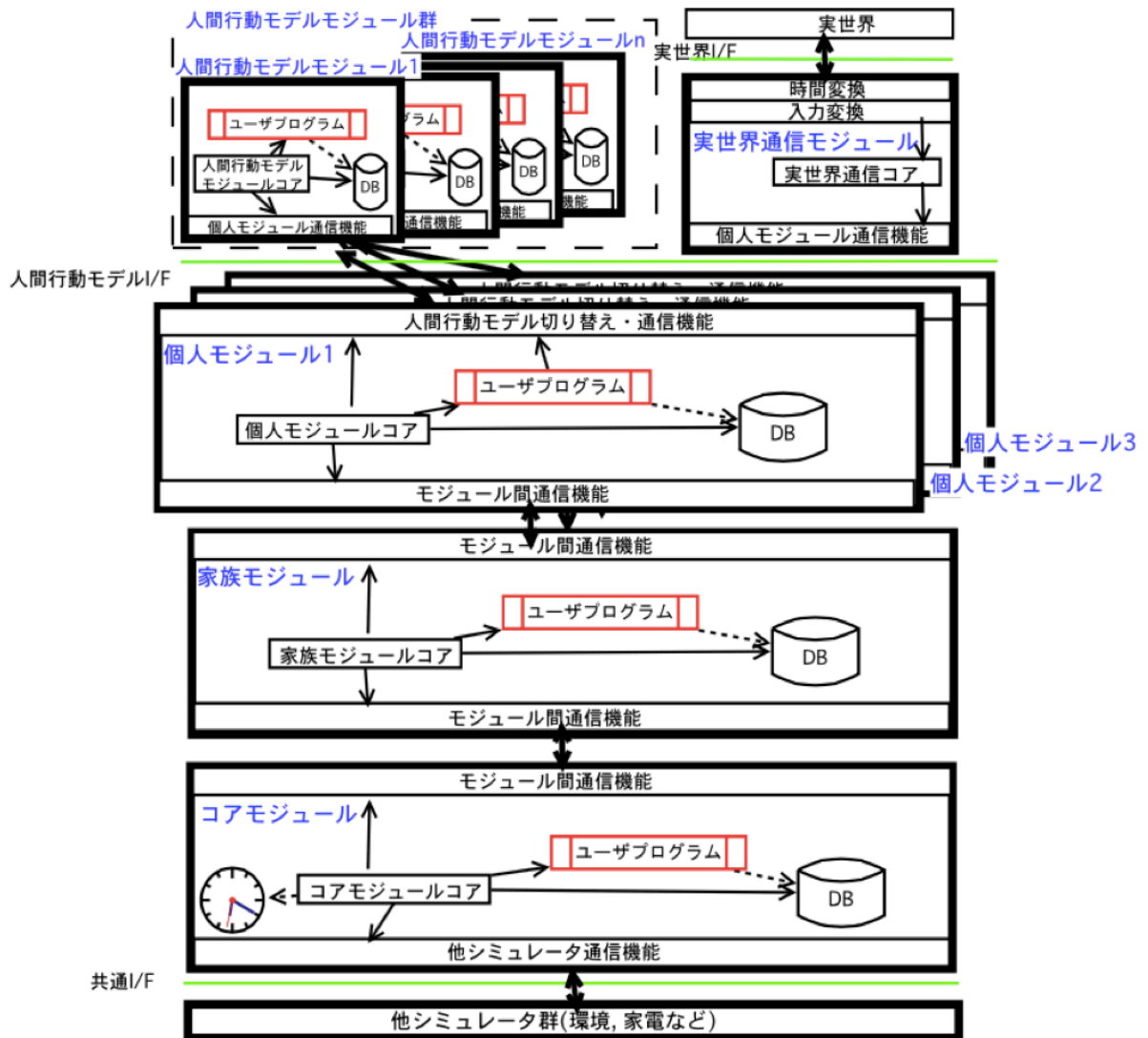


図 2.1: 人間行動シミュレータのフレームワーク [1]

各モジュールは人間行動シミュレータを実現する上で必要となる機能をもつ。各モジュールは前章で述べた 7 つの機能を分担し以下のような内訳で実現する。

- 人間行動モデルモジュール
 - － 確率的な動作
 - － 高次概念の情報
- 個人モジュール
 - － 複数の人間行動モデルの組み合わせ

- 行動の一貫性の確保
- 家族モジュール
 - 他の人間とのインタラクション
- コアモジュール
 - 環境, 家電シミュレータなどとのインタラクション
 - 実世界とのインタラクション

また、フレームワークに沿ってシミュレータを実行する場合、図 2.2 の 1 番下のコアモジュールから順番に、家族モジュール、個人モジュール、人間行動モデルモジュールとリクエストが上っていき、下は上から下へと順々にレスポンスが返されることとなる。一連の流れの中で、ステップ時間ごとに設定ファイルをやり取りすることでシミュレータの動作は成り立つ。

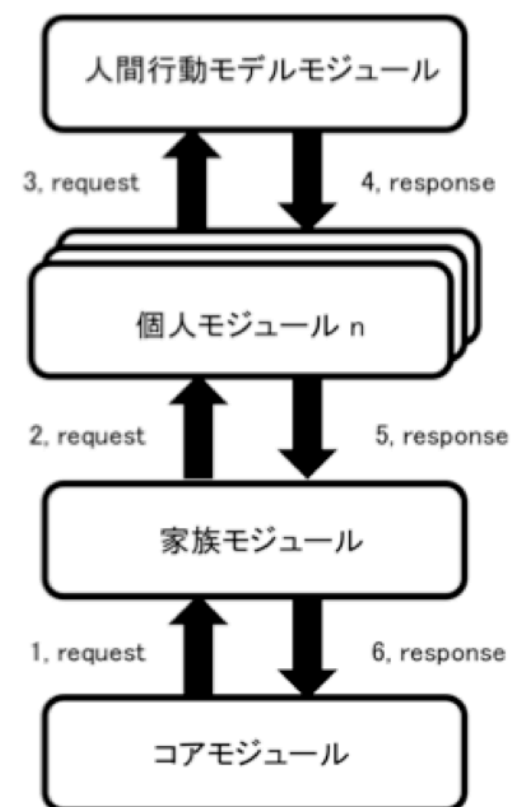


図 2.2: 人間行動シミュレータの実行の流れ

2.3 家族間のインタラクションの定義

住宅内において各個人が判断し行動を起こす際、違う考えを持つ別の家族と意見がぶつかり合うことがある。つまり、住宅内においても、他の住人と意見の相違があると、希望する行動が取れず、行動を変化させる必要がある。一つの住宅に住む家族は、場所、家電など多くのものを共有するため、一つ行動を起こすにも家族間のインタラクションにより、競合した意見に配慮し最終的な決定から実際にの行動に移る。家族同士で意見の相違が生まれた時に、行動決定を行う指標が、家族のルールになる。具体的には、冷暖房機器の温度設定や、テレビの見たい番組が重なった場合のチャンネル権において、トラブルが起きたら家長である父親が行動の決定権を持つといった家族の決め事が行動結果を導くこととなる。また、「食事は全員でとる」などの家族ルールは行動と時間が制限されることにつながる。家族間のインタラクションにより変化する行動を出力することが求められる。

第3章 家族のインタラクションを考慮した人間行動シミュレーションの設計

3.1 人間の行動

家族のインタラクションを含む人間行動シミュレーションにおいてモデル化する際の重要な要素である行動について分析する。

3.1.1 行動

人間の行動をモデル化する上で、統計情報の調査に用いられる行動の種類を総務省の社会生活基本調査 [3]、NHK の国民生活時間調査 [4] の資料を参考に以下の表 3.1 に分類した。

表では、1次活動、2次活動、3次活動の3つに分類され、その定義は以下の通りである。

- 1次活動 人間が生活する上で生理的に必要不可欠な行動
- 2次活動 社会生活を営むための義務として求められる拘束性の高い行動
- 3次活動 個人の自由に使える時間を利用した行動

表 3.1: 行動分類

1次活動	}	<ul style="list-style-type: none"> sleep(睡眠) personalcare(身の回りの用事) meals(食事)
2次活動	}	<ul style="list-style-type: none"> commuting(通勤・通学) work(仕事) schoolwork(学業) housework(家事) caring(介護・看護) childcare(育児) shopping(買い物)
3次活動	}	<ul style="list-style-type: none"> moving(移動) info(情報端末に関する行動) rest(休養) study(学習・自己啓発) hobby(趣味・娯楽) sports(スポーツ) volunteer(ボランティア活動・社会参加活動) social(交際・付き合い) medical(受診・療養) other(その他)

3.1.2 行動の詳細化

以上の20種類に分けられた行動分類をもとに、行動を詳細化し具体的な行動として以下の表にまとめる。

20種類の行動分類では、現実の環境において具体的な実行動を把握しづらいものが含まれる。例えば、「身の回りの用事」であれば入浴、歯磨き、トイレなど、「家事」であれば炊事、掃除、洗濯などのように行動を詳細化することで、実際の人間行動に即した行動を表現する必要がある。そのため、20種類の行動分類の一つ一つを紐解き行動の詳細化を行った。以下の表3.2、表3.3、表3.4、表3.5、に詳細をまとめる。

また、分類された行動と関係する、住宅内の部屋の移動に伴って共通に発生する家電操作の行動として「冷暖房器具」「照明」などが挙げられる。これらの行動については、人間行動シミュレーションの家電操作の行動に加える。

表 3.2: 1次行動の行動詳細

sleep(睡眠)	夜間の睡眠
	昼寝
	仮眠
	ベッドで眠りに落ちるのを待つ
personalcare(身の回りの用事)	入浴
	歯磨き
	身支度
	トイレ
	化粧
	洗顔
	着替え
	整髪
	ひげそり
	理美容室でのパーマ・カット
	エステ
	巡回入浴サービスを利用した入浴
meals(食事)	朝食
	昼食
	夕食
	間食
	家庭での食事
	外食
	学校給食
	仕事場での食事

表 3.3: 2次行動の行動詳細

commuting(通勤・通学)	自宅と仕事場の行き帰り
	自宅と学校の行き帰り
work(仕事)	通常の仕事
	仕事の準備・後片付け
	残業
	自宅に持ち帰ってする仕事
	アルバイト
	内職
	自家営業の手伝い
	仕事中の移動
schoolwork(学業)	学校の授業
	予習・復習・宿題
	校内清掃
	ホームルーム
	家庭教師に習う
	学園祭の準備
housework(家事)	炊事
	食事の後片付け
	掃除
	ゴミ捨て
	洗濯
	アイロンかけ
	衣類の整理片付け
	布団干し
	つくろいもの
	その他家事
	家族の身の回りの世話
	家計簿の記入
	株式のチェック・売買
	庭の草取り
	銀行・市役所などの用事
	車の手入れ
	家具の修繕
caring(介護・看護)	家族・親族に対する日常生活の手助け
	看病
childcare(育児)	乳幼児の世話
	子供の付き添い
	子供の勉強の相手
	子供の遊びの相手
	乳幼児の送迎
	保護者会に出席
shopping(買い物)	あらゆる商品の購入
	ビデオレンタル

表 3.4: 3次行動の行動詳細 1

moving(移動)	公共交通機関の乗車時間・待ち時間
	自動車に乗っている時間
	歩いている時間
info(情報端末に関する行動)	読書
	新聞・雑誌の購読
	テレビの視聴
	ビデオ・DVDの視聴
	ラジオの視聴
rest(休養)	家族との団欒
	仕事・学業の休憩時間
	おやつ時間
	食休み
	うたた寝
study(学習・自己啓発)	学級・講座・教室
	社会通信教育
	テレビ・ラジオによる学習
	部活動などのパソコン学習
	自動車教習
hobby(趣味・娯楽)	映画・美術・スポーツなどの観覧・鑑賞
	観光地の見物
	ドライブ
	ペットの世話
	テレビゲーム
	趣味としての読書
	楽器の演奏

表 3.5: 3次行動の行動詳細 2

sports(スポーツ)	各種競技会
	全身運動を伴う遊び
	家庭での体操
	部活動でのスポーツ
volunteer(ボランティア活動・社会参加活動)	道路・公園の清掃
	施設の慰問
	災害地への助力
	献血
	高齢者の手助け
	民生委員
	子供会の世話
	リサイクル運動
	交通安全運動
	労働運動
	政治活動
	布教活動
	選挙の投票
social(交際・付き合い)	知人と飲食
	冠婚葬祭
	同窓会への出席
	挨拶回り
	見舞い
	友人との会話
	手紙を書く
medical(受診・療養)	病院での治療
	自宅での療養
other(その他)	求職活動
	墓参り
	仏壇を拝む

3.1.3 スケジュール

住宅内の1日の行動スケジュールを調査する上で実証実験データには、総務省の社会生活基本調査 [3]、NHK の国民生活時間調査 [4] を基礎とし、人間が1日を過ごす間の行動を時間別のスケジュールとして表すことができる。これらの調査は生活時間の配分や余暇時間における主な活動の状況など、国民の社会生活の実態を明らかにする事を目的としている。性別、年齢、職業、家族構成などの情報をもとに分類別で国民の1日の生活時間を調査している。また、1日の生活時間における行動は上記で述べた20種類の行動分類の項目を利用しており、15分単位で時間帯別の行動状況を割合で表示し分析している。

この調査資料をもとに、父親、母親、姉、弟の4人家族を例に挙げスケジュールを生成する。スケジュールは調査資料の統計情報と行動割合から確率を利用し、行動分類からの選択により生成する。また、生成したスケジュールが人間の行動に相応しくないものとならないため、行動種別の並べ替えを行うことで連続的に行動を実行するように調整する必要がある。

3.2 家族行動モデル

家族行動をモデル化する上で重要な要素となる、世帯構成、家族のルールによる行動変化について分析する。

3.2.1 世帯構成

世帯とは住居と生計を共にしている人の集まりを指す。家族のインタラクションについて考える上で世帯構成による家族の人数、続柄の関係は深いといえる。そこで、統計情報の調査に用いられる世帯構成の分類を総務省の社会生活基本調査 [3] を参考に以下にまとめる。

- 夫婦のみの世帯
- 夫婦と子供の世帯
- 夫婦と両親の世帯
- 夫婦、子供と両親の世帯
- 高齢者夫婦世帯
- 母子世帯
- 父子世帯
- 単身世帯

これらの世帯構成の中でも、政府統計による世帯数割合調査を参照に、夫婦と子供の世帯が最も多いことがわかる。そのため、家族間のインタラクションを考慮した人間行動シミュレーションを設計する上で、夫婦と子供の4人世帯という設定を踏まえて実装する。

3.2.2 家族間のインタラクションによる行動変化

人間行動シミュレータにおいて家族のインタラクションを実装する上で、意見の相違が起きた際の意味決定を行う家族ルールが必要になる。具体的に家族同士の意見の相違がみられる行動を分類し、家族のルールが適用される行動を分析する。表3.2、表3.3、表3.4、表3.5の行動詳細分類表をもとに、家族間のインタラクションによる行動変化が発生する事例を表3.6にまとめる。

表 3.6: 行動詳細と家族間のインタラクション

行動	行動詳細	家族のインタラクション(意見の相違)
sleep(睡眠)	夜間の睡眠	照明が邪魔にならないように家族同士が一緒に寝る場合は時間を合わせる
personalcare(身の回りの用事)	入浴	風呂に入る順番、同じ湯に入るのが不快なため湯の張り替えを行う
	歯磨き	洗面台を占有するため使用順
	トイレ	トイレの使用順
	化粧	洗面台を占有するため使用順
	洗顔	洗面台を占有するため使用順
	整髪	洗面台を占有するため使用順
	ひげそり	洗面台を占有するため使用順
meals(食事)	朝食	食事はみんなで食べる
	昼食	食事はみんなで食べる
	夕食	食事はみんなで食べる
	家庭での食事	食事はみんなで食べる
housework(家事)	炊事	炊事は当番制で交代しながら行う
	食事の後片付け	食事後は自ら食器を後片付け
	洗濯	複数回洗濯することで洗濯物を分ける
	衣類の整理片付け	衣類の片付けは各個人で行う
caring(介護・看護)	家族・親族に対する日常生活の手助け	手が空いてる各家族が行い助け合う
	看病	手が空いてる各家族が行い助け合う
childcare(育児)	乳幼児の世話	手が空いてる各家族が行い助け合う
	子供の付き添い	手が空いてる各家族が行い助け合う
	子供の勉強の相手	手が空いてる各家族が行い助け合う
	子供の遊びの相手	手が空いてる各家族が行い助け合う
info(情報端末に関する行動)	テレビの視聴	騒音を感じる際のon/off、テレビのチャンネル権争い
	ビデオ・DVDの視聴	騒音を感じる際のon/off、テレビの利用権争い
	ラジオの視聴	騒音を感じる際のon/off、ラジオのチャンネル権争い
study(学習・自己啓発)	テレビ・ラジオによる学習	騒音を感じる際のon/off、テレビのチャンネル権争い
hobby(趣味・娯楽)	ペットの世話	手が空いてる各家族が行い助け合う
	テレビゲーム	騒音を感じる際のon/off、テレビの利用権争い
共通動作	照明	照度に関する意見の違いからon/off
	冷暖房機器	温度に関する意見の違いからon/off、温度設定の決定

行動詳細を基準に家族間のインタラクションを分類すると、住宅内の自室以外の共有場所、共有家電を利用する行動や実行した際の拘束時間の長い行動がトラブルの原因となることが多い。家族間のインタラクションが影響する行動を分類することで家族のルールが適用される状況が明確となった。

表 3.6 の具体的な家族間のインタラクションによる行動変化の中でも、意見の相違が生まれやすく、エネルギーマネジメントに関するホームネットワークサービスとも強い関係を持つ、テレビと冷暖房機器についての家族のルールの適用について述べる。まず、テレビ利用において見たい番組が重なった場合のチャンネル権トラブルにおいて、クラレのアンケート調査 [5] から図 3.1 のような結果が示されている。調査結果より、全体の約 4 割が父親にチャンネルを指定する権利を持っていることが分かる。続いて、母親が 25.2%、相談やジャンケンが 18.2%、子供が 13.8% と順々に権利が与えられる。また、50 歳以上に注目すると、5 割近い家庭で父親が主導権を握っており、世代により家庭での父親の立場が変わることが伺える。

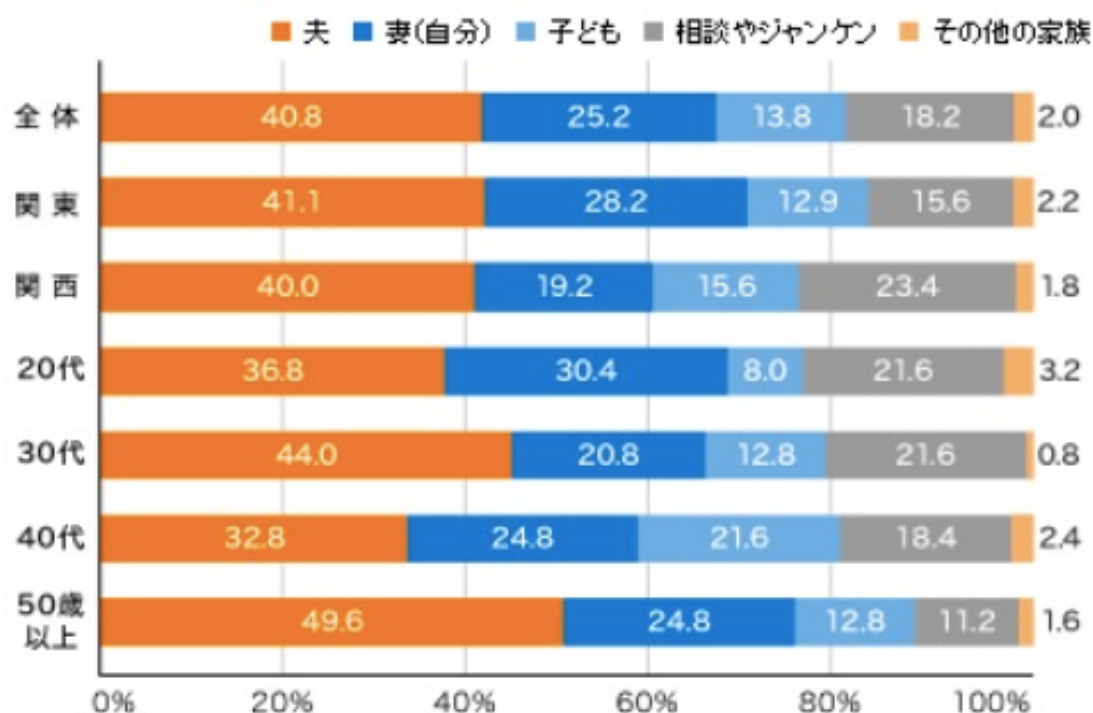
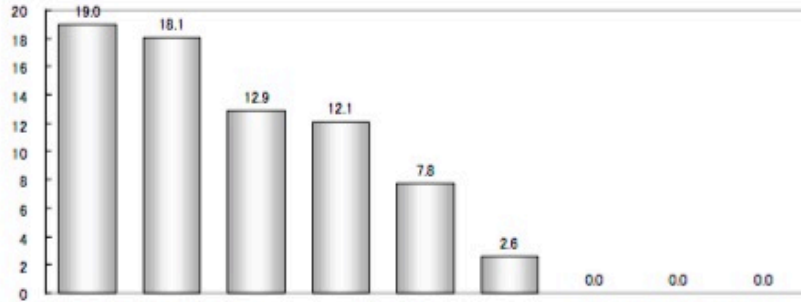


図 3.1: テレビのチャンネル権トラブルの解決策 [5]

次に、三菱地所ホームの行った冷暖房機器における温度設定トラブルのアンケート調査 [6] を参考に、家族ルールを通して問題解決の方法について分析する。以下の図 3.2 より、全体では母親の権限が最も強く 27.6% の割合で意見が尊重されることが分かる。続いて、父親の意見が 19%、衣服で調整が 18.1%、別の部屋で過ごす 12.9%、子供の意見が 12.1% と並んでいる。また、全体における 50 代以上の項目に着目すると、父親の意見が 31.6%、母親の意見が 21.1% の割合で意見が尊重されるとされており、他の年代に比べて父親の意見が強く反映されることが分かる。

テレビのチャンネル権と冷暖房機器の温度設定トラブルの 2 つの調査結果を比較すると、家庭において意見の相違が起こった場合、年功序列で父親か母親の意見が反映される



		母親の意見が尊重される	父親の意見が尊重される	衣服で調整して我慢する	別々の部屋で過ごす	子供の意見が尊重される	その他	窓を開ける	祖父の意見が尊重される	祖母の意見が尊重される	無回答
全体	全体	27.6	19.0	18.1	12.9	12.1	7.8	2.6	0.0	0.0	0.0
	30代	28.8	15.3	20.3	11.9	13.6	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	40代	28.9	18.4	15.8	13.2	13.2	5.3	5.3	0.0	0.0	0.0
	50代以上	21.1	31.6	15.8	15.8	5.3	5.3	5.3	0.0	0.0	0.0
男性	全体	30.4	21.7	21.7	8.7	10.9	4.3	2.2	0.0	0.0	0.0
	30代	37.5	6.3	37.5	12.5	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	40代	27.8	33.3	5.6	5.6	22.2	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	50代以上	25.0	25.0	25.0	8.3	0.0	8.3	8.3	0.0	0.0	0.0
女性	全体	25.7	17.1	15.7	15.7	12.9	10.0	2.9	0.0	0.0	0.0
	30代	25.6	18.6	14.0	11.6	16.3	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	40代	30.0	5.0	25.0	20.0	5.0	5.0	10.0	0.0	0.0	0.0
	50代以上	14.3	42.9	0.0	28.6	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

図 3.2: 冷暖房機器の温度設定トラブルの解決策 [6]

割合が高く、子供の意見が尊重される可能性は低いことが読み取れる。また、50代以上の家庭においては父親の意見が強く反映される亭主関白な家庭が多いことが分かる。調査結果を参考に家族間のインタラクションにより行動が変化する状況において、適応される家族のルールを決定することができる。

家族間のインタラクションにより住宅内での行動が変化した際に、家族のルールに従い、家族内の権限の強さを優先順位により表すことで、決定権を持つ人物が希望する行動を実現する。以下に示す家族行動モデルが家庭内の優先順位を表す。各モデルを切り替えることで、家族間のインタラクションによる意見の違いを解決し、家族構成、家族関係に適した行動結果を生成する。

- 父親優先
- 母親優先
- 子供優先
- 祖父優先

- 祖母優先
- 年功序列

3.3 家族間のインタラクションの実現

人間行動シミュレータに家族間のインタラクションを実装する上で、家族の暗黙のルールという、個人の判断のみではなく、住宅内に共同で住む家族としての決定を実現する。例えば、リビングなどの共有スペースにおけるエアコンの温度設定は、家族内における優先順位から誰か一人の意向が優先され決定することが挙げられる。この時に、家族行動モデルを通して優先行動を決定することで、個人の考えとは違う家族のルールとして、住宅内の人間の行動をシミュレータで実装することができる。家族間のインタラクションを既存の人間行動シミュレータのフレームワークにおいて実現する手段として、家族モジュール中心とする手段と個人モジュール中心とする手段の2つがある。

3.3.1 家族モジュールにおける家族間のインタラクションの実現

家族モジュールを中心に家族間のインタラクションを実現する場合、図3.3のように家族モジュールの中に家族行動モデルを実装する。それにより、家族行動モデルが個人の希望を受け取ると、家族のルールにより、家族内の優先順位を決定し、各個人の希望する行動から家族の行動として変化させる。

シミュレーションの実行の流れとしては、コアモジュールから家族モジュールへ、家族モジュールから個人モジュールへとリクエストが送られる。それにより、スケジュールを受け取った個人モジュールでは、人間行動モデルの切り替えに応じて、人間行動モデルへとリクエストを送る。スケジュールを受け取った人間行動モデルは詳細行動や家電操作などの実行レベルにスケジュールを更新する。この更新されたスケジュールを個人の行動の希望として、個人モジュールに対してレスポンスとして返し、個人モジュールから家族モジュールへと順番にレスポンスが返される。個人の行動の希望を受け取った家族モジュールコアは図3.4のように家族行動モデルへと入力を与え、家族のルールの決定に従い、家族内の優先順位から家族単位の実行動を出力する。最後に家族単位の実行動をコアモジュールへレスポンスすることで、一つのサイクルが完結する。

家族モジュールを中心に据える場合、既存の人間行動シミュレーションのフレームワークに当てはめる形で実装可能であり、実行の流れが変化することがない。

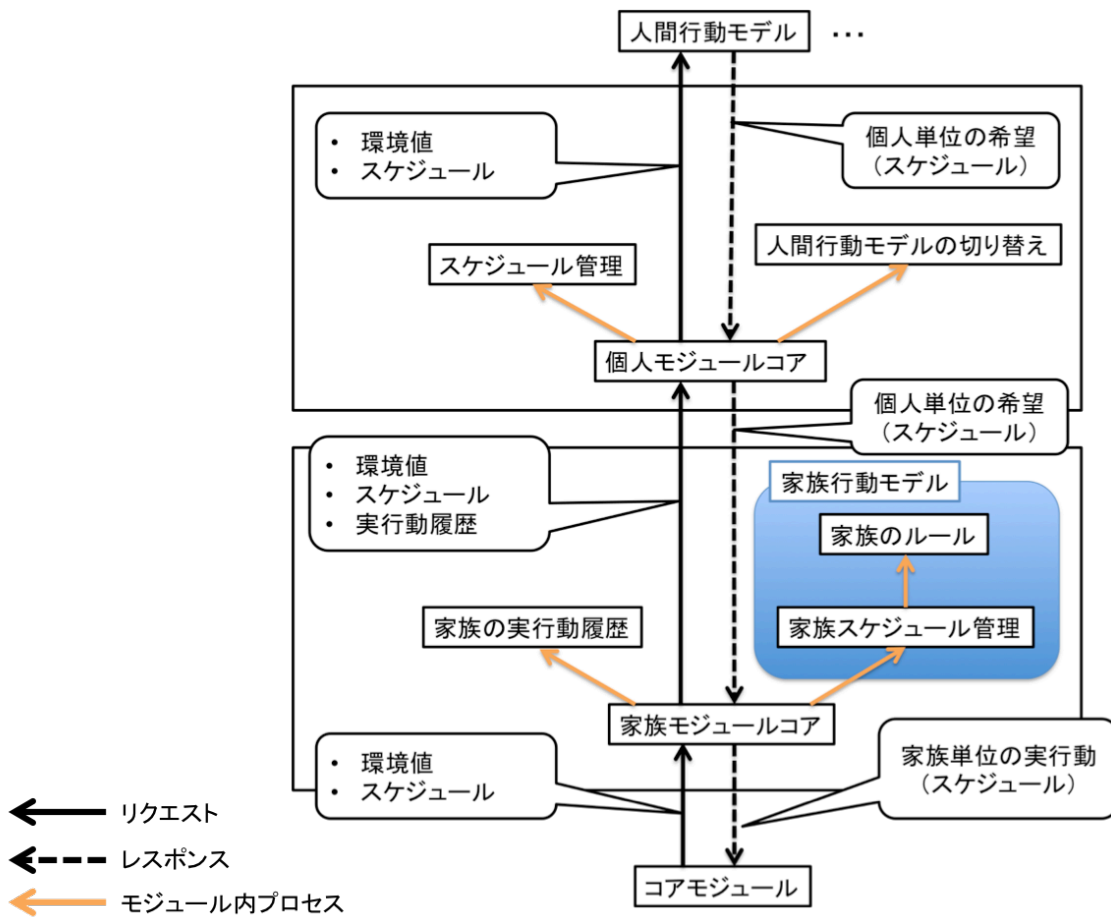


図 3.3: 家族モジュールにおける家族行動シミュレーションの概要

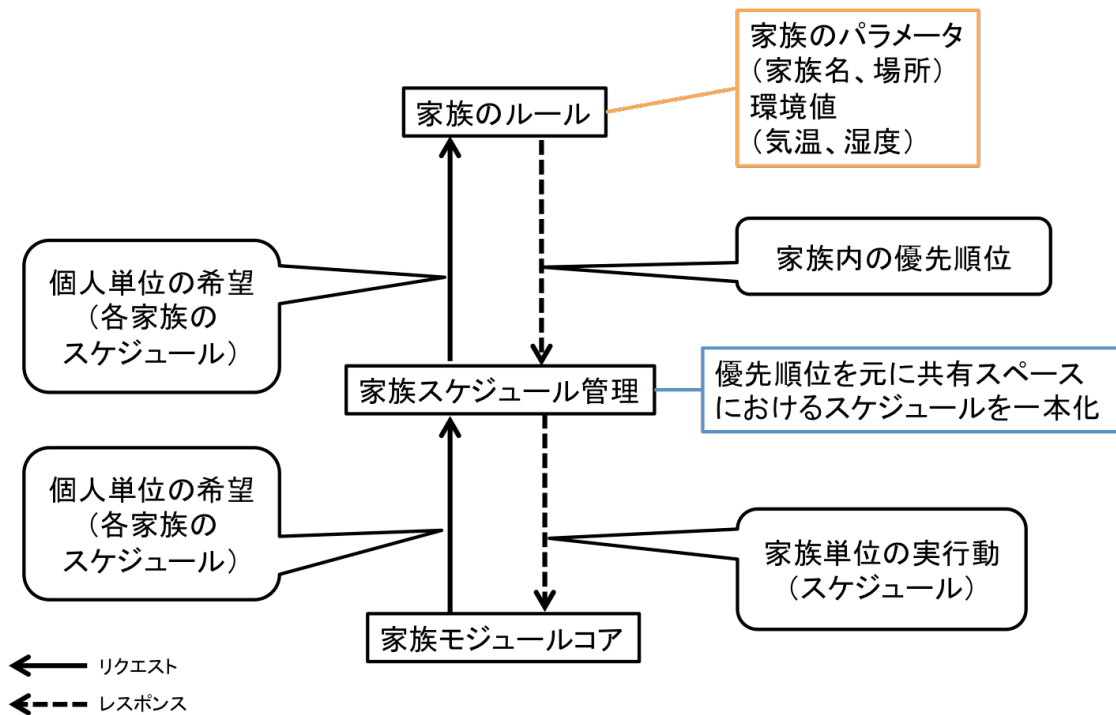


図 3.4: 家族モジュールにおける家族行動モデル

3.3.2 個人モジュールにおける家族間のインタラクションの実現

個人モジュールを中心に家族間のインタラクションを実現する場合、図 3.5 のように個人モジュールの中に家族行動モデルを実装する。それにより、家族行動モデルが人間行動モデルモジュールから個人の希望を受け取ると、家族のルールにより、家族内の優先順位を決定し、各個人の希望する行動から家族の行動として変化させる。

シミュレーションの実行の流れについて述べる。まず、コアモジュールから家族モジュールへ、家族モジュールから個人モジュールへとリクエストが送られる。それにより、入力としてスケジュールを受け取った個人モジュールでは、人間行動モデルの切り替えに応じて、人間行動モデルへとリクエストを送る。スケジュールを受け取った人間行動モデルは詳細行動や家電操作などの実行動レベルにスケジュールを更新する。この更新されたスケジュールを個人の行動の希望として、個人モジュールに対してレスポンスとして返し、個人モジュールコアから家族行動モデルへと入力する。この時、個人モジュールは他の個人モジュールから位置情報や他の家族の状態を受け取る。図 3.6 のように個人の希望する行動を入力として受け取った家族行動モデルは、家族のルールの決定に従い、家族内の優先順位から家族単位の実行動を出力する。最後に個人モジュールから家族モジュールへ、家族モジュールからコアモジュールへとレスポンスが返され、個人モジュール中心の実行サイクルが形成される。

個人モジュールを中心に据える場合、家族モジュールの役割が薄くなり、個人モジュールに機能が集中する。また、複数の個人モジュール同士が状態把握のため、情報のやり取りが必要になる。

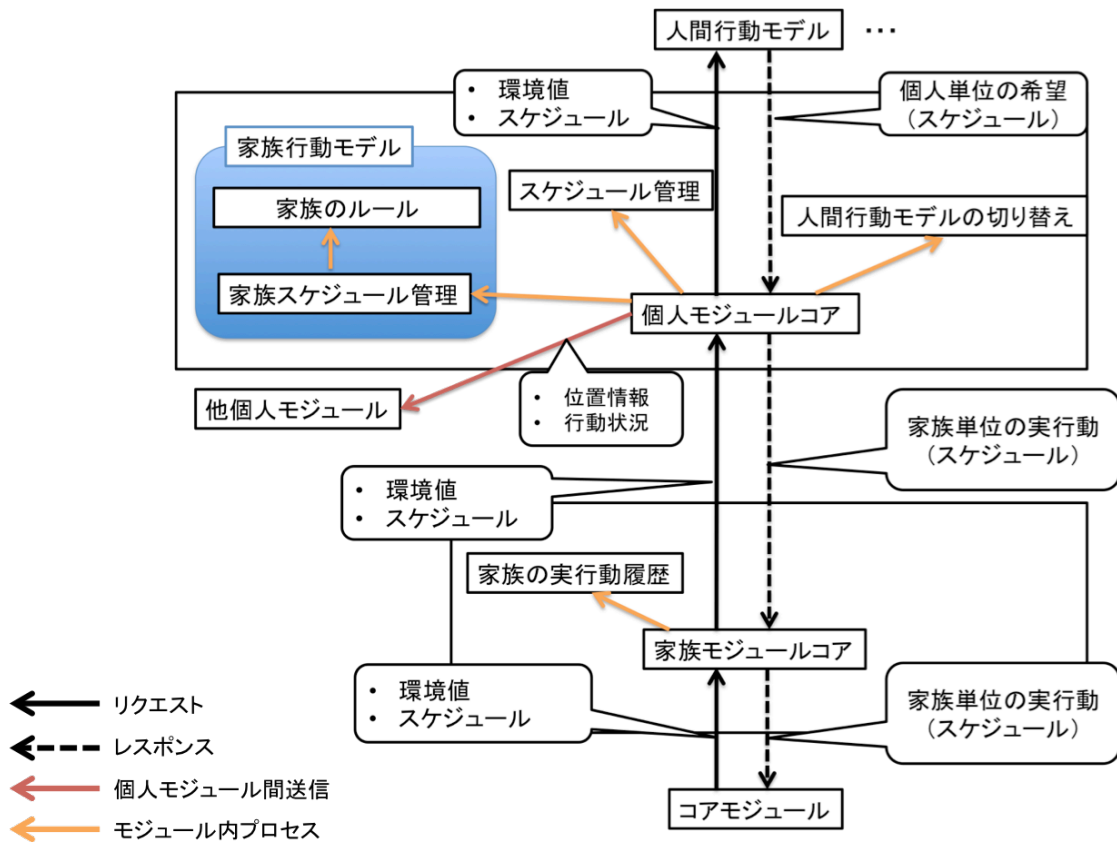


図 3.5: 個人モジュールにおける家族行動シミュレーションの概要

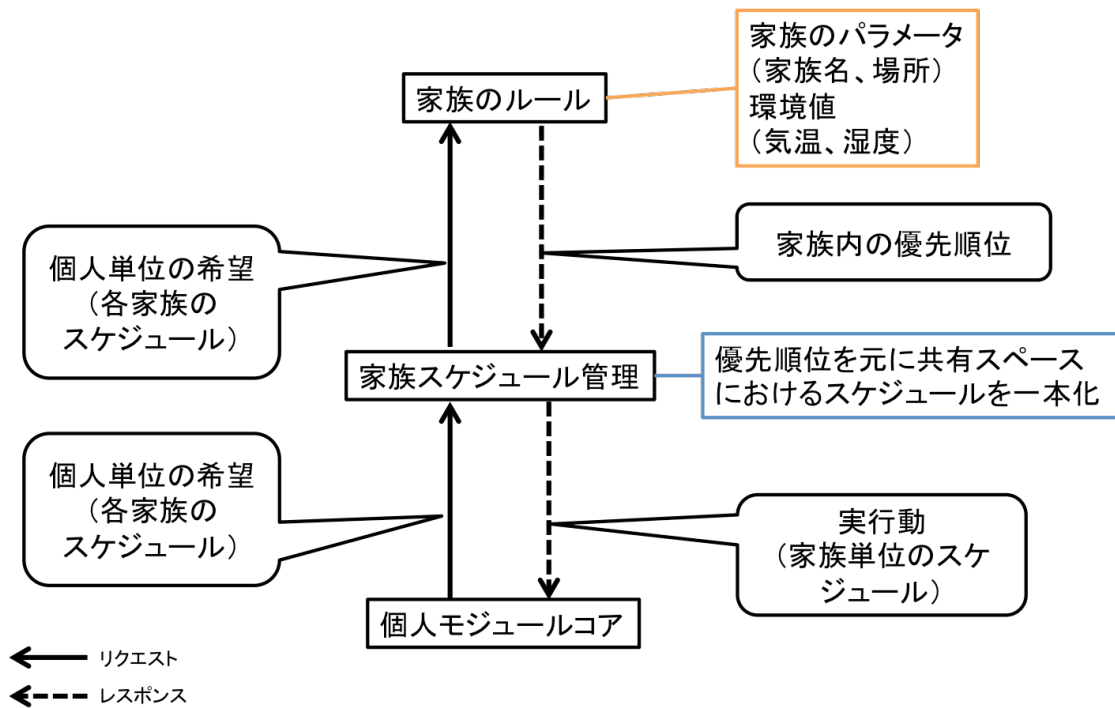


図 3.6: 個人モジュールにおける家族行動モデル

第4章 実装

4.1 家族モジュールにおける家族間のインタラクションの実装手法

家族モジュールの実装には、家族行動モデルを実装するため必要となる3.3章の要素を適用し、3.3.1章の家族モジュール中心の家族間のインタラクションを実現する人間行動シミュレーションの設計を用いて実装した。また、評価実験を行う上で、実験環境を設定した。環境設定としては、住宅を建築学会標準住宅モデル [7] を参考に、部屋の間取り、設置される家電を決定した。具体的な部屋の場所、家電機器は表4.1にまとめる。

4.2 個人モジュールにおける家族間のインタラクションの実装手法

個人モジュールの実装には、家族行動モデルを実装するため必要となる3.3章の要素を適用し、3.3.2章の個人モジュール中心の家族間のインタラクションを実現する人間行動シミュレーションの設計を用いて実装した。上記の家族モジュール中心とした実装と同様に、評価実験を行うため、同じ実験環境をもとに環境を構築した。住宅は建築学会標準住宅モデル [7] を参考に、部屋の場所、家電機器は同じく表4.1を用いる。家族モジュール中心の実装と個人モジュール中心の実装では、どちらが人間行動シミュレーションを構築する上で優位性が高いのか比較するため、同じ実験結果が出力されることが求められる。

表 4.1: ihouse を想定した部屋と家電機器

場所	家電機器
entranceHall	light
livingroom	airconditioner
kitchen	cookingheater
bathroom	tv
lavatory	refrigerator
toilet	washeranddryer
japanesestyleroom	toiletseat
bedroom	cleaner
western_style_room1	ricecooker
western_style_room2	ventilationfan
out	

第5章 評価及び考察

5.1 家族モジュールにおける家族行動シミュレーションの評価

実装した家族モジュールにおける家族行動シミュレーションを評価する上で、4章で実装した実験環境をもとに検証を行った。実験のシナリオは、世帯構成を夫婦と子供の世帯とし、父親、母親、姉、弟の4人家族が建築学会標準住宅モデル [7] を参考にした住宅で生活するというものである。また、家族行動モデルからは家族のルールとして、かかあ天下が設定されており、家族内の優先順位は母親が最も高くなっている。以上の環境をもとに4人家族の1日の行動スケジュールを生成し、シミュレーションを行った。

家族4人のシミュレーション結果を抜粋し、出力の一部を示す。父親の出力結果を表5.1に、母親の出力結果を表5.2に、姉の出力結果を表5.3に、弟の出力結果を表5.4にそれぞれ示す。

出力結果である生成された実行動について評価を行う。各家族のリビングでの滞在時間を見ると、表5.1の父親が7時4分10秒から7時48分10秒となっている。表5.2の母親が7時19分10秒から7時49分40秒、表5.3の姉が7時21分10秒から7時48分10秒、表5.4の弟が7時38分10秒から8時8分40秒となっている。一番最初に父親がリビングに入室してから、弟がリビングを退室するまでの間、必ず家族の誰かがリビングに在室している。そのため、父親の入室とともに点灯された照明は、弟が退室して消灯するまで点灯し続けている。これにより、家族同士でお互いの在室状況を把握し、家族間のインタラクションが作用している。また、母親がリビングに入室するときに冷暖房機器の温度を20度から22度に変更している。これは、最初に父親が設定した20度では母親が不満を感じ、家族間のインタラクションにより意見の相違が生まれたことを表す。家族行動モデルにより母親の家族内の優先順位が最も高く設定されているため、父親の行動に上書きする形で、母親の意見が実行されている。

このように、家族モジュール中心としたシミュレーションは家族間のインタラクションを再現している。

表 5.1: 家族モジュールにおける実装の父親の出力結果

```

0:0:0 father ACT sleep
6:58:10 father MOVETO toilet
6:58:20 father OP toilet light_led ON
6:58:30 father ACT toilet
7:0:30 father OP toilet light_led OFF
7:1:10 father MOVETO lavatory
7:1:20 father OP lavatory light_led1 ON
7:1:30 father OP lavatory light_led2 ON
7:1:50 father ACT brush_tooth
7:3:10 father OP lavatory light_led1 OFF
7:3:40 father OP lavatory light_led2 OFF
7:4:10 father MOVETO livingroom
7:4:20 father OP livingroom airconditioner ON_20
7:4:30 father OP livingroom light_led1 ON
7:4:40 father OP livingroom light_led2 ON
7:5:0 father ACT newspaper_magazine
7:18:10 father ACT meals
7:48:10 father MOVETO lavatory
7:48:20 father OP lavatory light_led1 ON
7:48:30 father OP lavatory light_led2 ON
7:48:50 father ACT personalcare
7:58:10 father MOVETO OUT

```

表 5.2: 家族モジュールにおける実装の母親の出力結果

```

0:0:0 mother ACT sleep
6:3:10 mother MOVETO toilet
6:3:20 mother OP toilet light_led ON
6:3:30 mother ACT toilet
6:5:30 mother OP toilet light_led OFF
6:6:10 mother MOVETO kitchen
6:6:20 mother OP kitchen light_led ON
6:6:30 mother OP kitchen ventilationfan ON
6:6:50 mother OP kitchen ricecooker ON
6:8:0 mother OP kitchen cookingheater ON
6:9:10 mother ACT cooking
7:3:10 mother OP kitchen light_led OFF
7:3:40 mother OP kitchen ventilationfan OFF
7:4:10 mother OP kitchen ricecooker OFF
7:4:40 mother OP kitchen cookingheater OFF
7:5:10 mother MOVETO lavatory
7:5:20 mother OP lavatory light_led1 ON
7:5:30 mother OP lavatory light_led2 ON
7:5:50 mother ACT brush_tooth
7:8:10 mother ACT personalcare
7:18:10 mother OP lavatory light_led1 OFF
7:18:40 mother OP lavatory light_led2 OFF
7:19:10 mother MOVETO livingroom
7:19:20 mother OP livingroom airconditioner ON_22
7:19:30 mother ACT meals
7:49:40 mother MOVETO lavatory
7:49:50 mother OP lavatory washeranddryer ON
7:51:0 mother ACT washing

```

表 5.3: 家族モジュールにおける実装の姉の出力結果

```
0:0:0 child1 ACT sleep
7:18:10 child1 MOVETO toilet
7:18:20 child1 OP toilet light_led ON
7:18:30 child1 ACT toilet
7:20:30 child1 OP toilet light_led OFF
7:21:10 child1 MOVETO livingroom
7:21:20 child1 ACT meals
7:48:10 child1 MOVETO lavatory
7:48:20 child1 ACT personalcare
7:58:10 child1 ACT brush_tooth
8:3:10 child1 MOVETO OUT
```

表 5.4: 家族モジュールにおける実装の弟の出力結果

```
0:0:0 child2 ACT sleep
7:29:10 child2 MOVETO toilet
7:29:20 child2 OP toilet light_led ON
7:29:30 child2 ACT toilet
7:31:30 child2 OP toilet light_led OFF
7:32:10 child2 MOVETO lavatory
7:32:20 child2 OP lavatory light_led1 ON
7:32:30 child2 OP lavatory light_led2 ON
7:32:50 child2 ACT personalcare
7:33:50 child2 ACT brush_tooth
7:37:10 child2 OP lavatory light_led1 OFF
7:37:40 child2 OP lavatory light_led2 OFF
7:38:10 child2 MOVETO livingroom
7:38:20 child2 ACT meals
8:7:10 child2 OP livingroom airconditioner OFF
8:7:40 child2 OP livingroom light_led1 OFF
8:8:10 child2 OP livingroom light_led2 OFF
8:8:40 child2 MOVETO OUT
```

5.2 個人モジュールにおける家族行動シミュレーションの評価

実装した個人モジュールにおける家族行動シミュレーションを評価する上で、4章で実装した実験環境をもとに検証を行った。また、家族モジュール中心の実装と個人モジュール中心の実装を比較し、優位性を考察するため、5.1章と同じ実験結果が出力されることが求められる。実験のシナリオについても同様に、世帯構成を夫婦と子供の世帯とし、父親、母親、姉、弟の4人家族が建築学会標準住宅モデル [7] を参考にした住宅で生活するというものである。家族行動モデルからは家族のルールとして、かかあ天下が設定されている。以上の環境をもとに4人家族の1日の行動のシミュレーションを行った。

同様に家族4人のシミュレーション結果を抜粋し、出力の一部を示す。父親の出力結果を表5.5に、母親の出力結果を表5.6に、姉の出力結果を表5.7に、弟の出力結果を表5.8にそれぞれ示す。

出力結果について評価を行う。各家族のリビングでの滞在時間を見ると、表5.5の父親が7時4分10秒から7時48分10秒となっている。表5.6の母親が7時19分10秒から7時49分40秒、表5.7の姉が7時21分10秒から7時48分10秒、表5.8の弟が7時38分10秒から8時8分40秒となっている。行動の内容と行動開始時間を比較すると5.1章の出力結果と同じことがわかる。つまり、家族モジュール中心の実装と個人モジュール中心の実装において両者同様の出力結果を生成できる家族間のインタラクションを考慮した人間行動シミュレーションを実装することができた。

表 5.5: 個人モジュールにおける実装の父親の出力結果

```

0:0:0 father ACT sleep
6:58:10 father MOVETO toilet
6:58:20 father OP toilet light_led ON
6:58:30 father ACT toilet
7:0:30 father OP toilet light_led OFF
7:1:10 father MOVETO lavatory
7:1:20 father OP lavatory light_led1 ON
7:1:30 father OP lavatory light_led2 ON
7:1:50 father ACT brush_tooth
7:3:10 father OP lavatory light_led1 OFF
7:3:40 father OP lavatory light_led2 OFF
7:4:10 father MOVETO livingroom
7:4:20 father OP livingroom airconditioner ON_20
7:4:30 father OP livingroom light_led1 ON
7:4:40 father OP livingroom light_led2 ON
7:5:0 father ACT newspaper_magazine
7:18:10 father ACT meals
7:48:10 father MOVETO lavatory
7:48:20 father OP lavatory light_led1 ON
7:48:30 father OP lavatory light_led2 ON
7:48:50 father ACT personalcare
7:58:10 father MOVETO OUT

```

表 5.6: 個人モジュールにおける実装の母親の出力結果

```

0:0:0 mother ACT sleep
6:3:10 mother MOVETO toilet
6:3:20 mother OP toilet light_led ON
6:3:30 mother ACT toilet
6:5:30 mother OP toilet light_led OFF
6:6:10 mother MOVETO kitchen
6:6:20 mother OP kitchen light_led ON
6:6:30 mother OP kitchen ventilationfan ON
6:6:50 mother OP kitchen ricecooker ON
6:8:0 mother OP kitchen cookingheater ON
6:9:10 mother ACT cooking
7:3:10 mother OP kitchen light_led OFF
7:3:40 mother OP kitchen ventilationfan OFF
7:4:10 mother OP kitchen ricecooker OFF
7:4:40 mother OP kitchen cookingheater OFF
7:5:10 mother MOVETO lavatory
7:5:20 mother OP lavatory light_led1 ON
7:5:30 mother OP lavatory light_led2 ON
7:5:50 mother ACT brush_tooth
7:8:10 mother ACT personalcare
7:18:10 mother OP lavatory light_led1 OFF
7:18:40 mother OP lavatory light_led2 OFF
7:19:10 mother MOVETO livingroom
7:19:20 mother OP livingroom airconditioner ON_22
7:19:30 mother ACT meals
7:49:40 mother MOVETO lavatory
7:49:50 mother OP lavatory washeranddryer ON
7:51:0 mother ACT washing

```


表 5.7: 個人モジュールにおける実装の姉の出力結果

```
0:0:0 child1 ACT sleep
7:18:10 child1 MOVETO toilet
7:18:20 child1 OP toilet light_led ON
7:18:30 child1 ACT toilet
7:20:30 child1 OP toilet light_led OFF
7:21:10 child1 MOVETO livingroom
7:21:20 child1 ACT meals
7:48:10 child1 MOVETO lavatory
7:48:20 child1 ACT personalcare
7:58:10 child1 ACT brush_tooth
8:3:10 child1 MOVETO OUT
```

表 5.8: 個人モジュールにおける実装の弟の出力結果

```
0:0:0 child2 ACT sleep
7:29:10 child2 MOVETO toilet
7:29:20 child2 OP toilet light_led ON
7:29:30 child2 ACT toilet
7:31:30 child2 OP toilet light_led OFF
7:32:10 child2 MOVETO lavatory
7:32:20 child2 OP lavatory light_led1 ON
7:32:30 child2 OP lavatory light_led2 ON
7:32:50 child2 ACT personalcare
7:33:50 child2 ACT brush_tooth
7:37:10 child2 OP lavatory light_led1 OFF
7:37:40 child2 OP lavatory light_led2 OFF
7:38:10 child2 MOVETO livingroom
7:38:20 child2 ACT meals
8:7:10 child2 OP livingroom airconditioner OFF
8:7:40 child2 OP livingroom light_led1 OFF
8:8:10 child2 OP livingroom light_led2 OFF
8:8:40 child2 MOVETO OUT
```


5.3 家族モジュールにおける実装と個人モジュールにおける実装による比較

家族モジュールにおける家族行動の実装の特徴として、個人モジュールの結果を家族モジュールに集め、家族モジュールにて評価することで処理を単純化することが可能であるため拡張性に優位性があるといえる。しかし、家族モジュールで家族の行動が決定されるため、一つの実行サイクルの中で個人モジュールが最終的な出力結果を受け取ることがない。この手法は、総合的に家族間の関係性、家族のルールの想定において必要な環境を構築可能である。

個人モジュールにおける家族行動の実装の特徴として、個人モジュール間での情報交換を行った上で行動決定を行うため、各モジュールが家族単位の実行動を保持可能になることが挙げられる。しかし、行動決定を行うごとに毎回個人モジュール間で情報の送信を行う必要があるため処理が複雑化することが難点である。また、個人モジュール間で情報が回るため、将来的にモデルの拡張が行われると、順序が変化することで問題が発生すると考えられる。

以上の特徴をもとに、既存のフレームワークに沿って、今後の人間行動シミュレータを実装する上で家族モジュールにおいて家族行動モデルを実装する手法が有効であるといえる。

第6章 おわりに

本研究では、家族間のインタラクションを実現した人間行動シミュレータの必要性を説明し、家族間のインタラクションを実装する上で定義を行った。また、行動の詳細化について分析することで、スケジュールの出力結果に多様性が生まれた。家族間のインタラクションを実現する上で、家族行動モデルを構築し、家族間のインタラクションが発生する行動分類を網羅した。

人間行動シミュレータのフレームワークを踏まえた上で、家族間のインタラクションを再現する2つの手法について提案した。2つの手法に従って実装を行い、同実験環境で検証を行うことで、2つの手法のどちらが、今後人間行動シミュレータの拡張を行う上で優れているのか比較を行った。それにより、家族モジュールにおいて家族行動モデルを実装する人間行動シミュレーションの手法が有効であると考えられる。これらの研究をもとに、家族間のインタラクションを考慮した人間行動シミュレータを実装することで、住宅内における人間行動シミュレータの妥当性を高めることを実現した。

謝辞

本研究を執筆するに当たり、研究に関するご指導を賜りました丹康雄教授に心から感謝するとともに、ここに深くお礼申し上げます。多くの助言を頂きました、リム勇仁准教授に深く感謝いたします。また、研究と公私の両面でサポートを頂きました丹研究室、リム研究室の皆様感謝の言葉を申し上げます。

参考文献

- [1] 青戸渉, モデルの動的な切り替え機能を持つ人間行動シミュレータに関する研究, 北陸先端科学技術大学院大学博士論文 2014,3.
- [2] 岡田崇, ホームネットワークサービス及びそのシステムの実証的検証に関する研究, 北陸先端科学技術大学院大学博士論文 2011,9.
- [3] 総務省統計局, 平成 23 年社会生活基本調査, <http://www.stat.go.jp/data/shakai/2011/>,2012
- [4] NHK 放送文化研究所,2010 年国民生活時間調査報告書, <http://www.nhk.or.jp/bunken/summary/yoron/lifetime/pdf/110223.pdf>,2011
- [5] 株式会社クラレ, 主婦に聞く「現代家庭のテレビ事情」, <http://www.kuraray.co.jp/enquete/life/tv/>,2007
- [6] 三菱地所ホーム株式会社, 住宅と空気環境に関する意識調査, <http://www.mylifenote.net/2008/04/15/20080415mi.pdf>,2008
- [7] 宇田川光弘, 標準問題の提案 住宅用標準問題, 日本建築学会環境工学委員会熱分科会第 15 回熱シンポジウム,pp2233,1985