

情報家電のための複数ノード情報に基づくリレーションシップ実現方式

小林 巧[†]藤田 茂[‡]菅原 研次[§]白鳥 則郎[¶]

千葉工業大学大学院工学研究科情報工学専攻[†]
千葉工業大学情報科学部情報ネットワーク学科[§]

千葉工業大学情報科学部情報工学科[‡]
東北大学電気通信研究所/情報科学研究科[¶]

1. はじめに

ユビキタスネットワークの実現に向けて、コンピュータの偏在化とその利用に向けた研究が数多く行われている。その一例として Universal Network(以下 UN) 上でのサービス創発を提唱する Ja-Net [1] がある。Ja-Net では UN 上のコンポーネントやユーザを Cyber-Entity(CE) としてモデル化し、複数の CE が協調することでサービスを創発、リレーションを構成する。また CE は UN 上を移動、交配や死といった生物を模倣した行動で多様化する。更に UN 全体で CE が自然淘汰されることにより、集団の傾向を学習しサービスにフィードバックできる。

本論文では Ja-Net の「1. 対象とするリレーションが CE どうしの 1 対 1 対応しか扱わず、サービス創発に参加する CE の全体像を考慮していない」「2. リレーションの選択を強度のみを用いて行うため、誰がどのような経緯で起動したかを元に、より状況に応じた創発を行えない」といった課題に注目する。

これらの問題は Ja-Net が UN という広範なネットワークを対象としていることに起因する。そこで本研究では以上の問題点を解決するため対象を UN の中でも特に家庭内ネットワーク (HN) に限定し、情報家電上で動作するエージェント CoopA (Cooperative-Agent) を提案する。本稿ではサービス創発モデルとリレーションシップ実現方式、およびその評価について述べる。

2. サービス対象

CoopA が目指すサービスは情報コンテンツ提供や遠隔操作といったものではなく、HN 全体で居住空間のトータルコンディショニングを行うことである。CoopA では各ユーザが情報家電を利用したりセンサに反応することでエージェントがライフスタイルを記録する。この記録を元にユーザの行動に対し因果関係を推定し、嗜好として蓄積する。これによって次回からは嗜好を元にユーザの意志を判断し、創発状態を再生できる。また創発状態に対してユーザが変化を与えることで評価が行われ、嗜好が更新される。

3. CoopA

CoopA は各機器の JavaVM 上で動作し、以下の要素から構成される。

- Platform: CoopA が動作する環境。機器の電源を落として CoopA が停止した状態でも待機電力のみでスタンバイしており、起動やメッセージの転送などを行う。
- Application-CoopA(A-CoopA): 各機器に対応した CoopA。他機器からのメッセージによって創発の有無やリレーションの作成、機能の割当てなどを行う。
- Base-CoopA(B-CoopA): 各機器の機能に対応した CoopA。A-CoopA の部分集合ではなく、各機能同士が競合の調整などを行う。

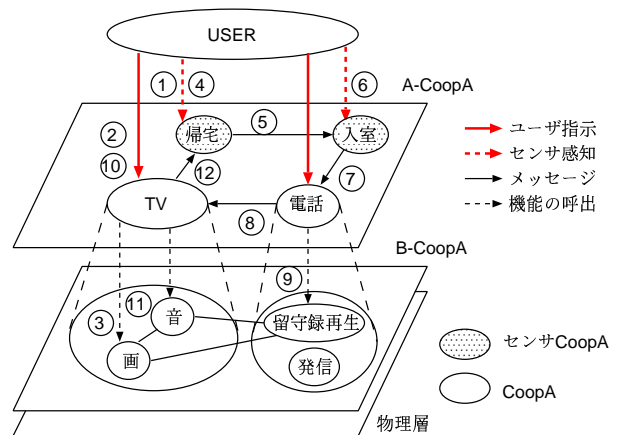


図 1: 創発の流れ

4. リレーションシップ

本節では 1. 節で述べた Ja-Net の課題を解決するため、CoopA のリレーションが持つべき特徴を述べる。

4.1 Boot Chain

CoopA のリレーションシップは創発に参加する A-CoopA 全体を考慮する。したがってリレーションの表記法も創発に参加する A-CoopA 全てを表す必要がある。そのため創発は時系列に沿って行われているとみなし、A-CoopA A,B,C,D がこの順で起動することを“A:B:C:D”と示す。これを Boot Chain(BC) と呼び、さらに以下の 3 種に分けられる。括弧内は A:B:C:D において B から見たとき各 BC が具体的にどの CoopA を指すかを示す。

- Lead BC(LBC): 起動済 CoopA 群 (A 以前)
- Next BC(NBC): 次に起動する CoopA(C)
- Rear BC(RBC): NBC 以降に起動する CoopA 群 (D 以降)

4.2 動作の選択

CoopA は創発の再生を行う際、メッセージをやりとりすることで創発を促す。時刻や温度、明度、対象ユーザなどの環境に関する情報を環境情報と呼び、それに LBC を加え条件化したものを創発条件という。メッセージを受け取った A-CoopA は起動した後、創発条件を元にどの NBC にメッセージを伝えるかを決定する。

5. 創発モデルの動作例

創発経験を記録、再生、評価する一連の流れを図 1 で説明する。

1. ユーザの帰宅・入室を各々のセンサ CoopA が感知
2. ユーザが TV と電話を操作。留守録再生時、TV の音量を下げる
3. ユーザの指示を受けた A-CoopA が B-CoopA を割当てて呼び出し【創発の記録】

4. 後日, 帰宅センサ CoopA が再びユーザの帰宅を感知
5. 入室センサ CoopA にメッセージを送る
6. ユーザが入室するとメッセージから創発経験を探る
7. 過去に類似の創発経験があれば創発条件を元に NBC(電話 CoopA) へメッセージを送る
8. 受信した電話 CoopA は創発条件を元にさらに NBC(TVCoopA) へメッセージを送る
9. メッセージを受けた各 A-CoopA は創発経験を元に 対応する B-CoopA を呼出す【創発の再生】
10. ユーザが TV の音量を更に下げる【評価】
11. 音 B-CoopA に指示が伝わる
12. 評価が創発グループ全体に伝わる. この場合は TV CoopA のパラメータが変更されるのみ

6. 創発能力の検証

本稿では以下の点について検証する.

- CoopA と Ja-Net の創発能力比較
- 創発パターン数と創発能力の関係
- CoopA 数の増加に伴うスケーラビリティ

6.1 シミュレーションの概要

Java によって作成したシミュレータでは C (HN 上のエージェント総数), C_e (一度の創発に含まれるエージェントの数), E (創発パターン数) の 3 パラメータを用いる. シミュレーションはまずシミュレータがユーザの嗜好を表す創発パターンを E 個生成する. ユーザがその創発パターンの中からランダムに創発を 100 回実行してエージェントに学習及び創発を行わせる. その際に後述するヒット率の推移を記録し, 1 セットとする. これを Ja-Net, CoopA 共に 100 セット繰り返し平均値を算出して比較を行う.

6.2 シミュレーションの設定

6.2.1 CoopA

CoopA は LBC や時間などの環境に関する情報を得ることができ, この情報を元に NBC を決定する. 今回は創発条件として LBC のみを用い, 環境情報は考慮しない. LBC は 5. 節で述べたモデルに示したメッセージ中に記録されているものとする. また NBC が複数存在する場合は選択を行わずにユーザの指示を待つ.

6.2.2 Ja-Net

Ja-Net では強度を用いてユーザの嗜好に適應できる [2]. そこで本実験では [2] に基づき, 評価値 $hp = \{+1, -1\}$, 強度 $S = P/A$ を用いる. ただし P は $hp = +1$ の回数, A は $hp = \{+1, -1\}$ の回数である. またユーザの望む創発が行えた場合 $hp = +1$, 行えずに訂正された場合 $hp = -1$ とする. エージェントの選択論理は強度が最大の CE を選択することとし, 同じ最大値を持つ CE が複数存在する場合にはランダムで一つを選択するものとした.

6.3 評価指標

評価は次式を用いて行う.

$$B = \begin{cases} (N_b - N_u)/C_e & (\text{学習時または創発に成功}) \\ -(N_b - N_c)/C_e & (\text{創発に失敗}) \end{cases}$$

N_b は評価時に起動しているエージェント数, N_u がユーザによって手動で起動されたエージェント数であり, この差と C_e との比を求めたのがヒット率 B である. また創発に失敗した場合は N_b と正しく起動できているエージェント数 N_c の差から同様に B を求める.

7. 実験結果

$C = 10$ または 20 , $C_e = 6$, $E = 10$ または 50 で実験した場合の CoopA 及び Ja-Net におけるヒット率の推移を横軸が試行回数, 縦軸がヒット率として図 2 に示す.

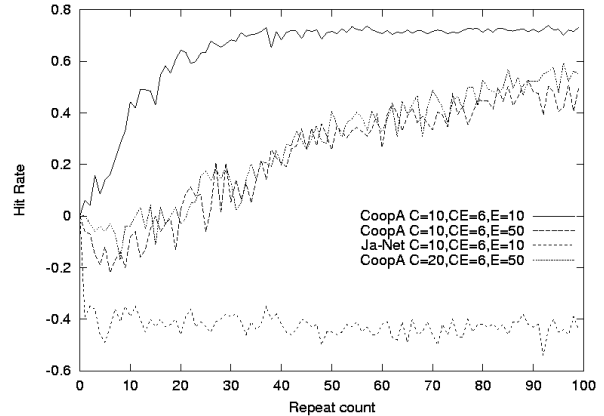


図 2: CoopA および Ja-Net におけるヒット率の推移

7.1 CoopA と Ja-Net の創発能力比較

CoopA と Ja-Net の $E = 10$ における結果を比較すると, 前者はヒット率が 0.7 付近に収束するのにに対し後者は -0.55 前後を振動している. これは CoopA が LBC を用いユーザが選択している創発パターンを推定してリレーションを選択するのにに対し, Ja-Net は選択中の創発パターンに関係なく強度に応じて CE を選択してしまうためであると考えられる.

7.2 創発パターン数と創発能力の関係

CoopA において $E = 10$ と $E = 50$ の結果を比較すると, 前者はヒット率が 0.7 付近に収束するのにに対し後者は 0.45 前後を振動している. これは E が増えたことによりリレーションの数が増大し, NBC の限定に手数を要するためと考えられる.

7.3 CoopA 数の増加に伴うスケーラビリティ

CoopA において $C = 10$, $E = 50$ と $C = 20$, $E = 50$ を比較すると, ヒット率の推移が似通っていることが分かる. 従って CoopA 数の増加はヒット率にそれほど大きな影響を与えず, むしろ 7.2 節で述べたように創発パターン数が結果を大きく左右すると思われる.

8. まとめ

本稿では家庭内ネットワークを対象としたエージェント CoopA の創発モデルとリレーションシップ実現方式を提案し, Ja-Net との比較実験を行った. また実験により創発パターンの全体像を推定することでエージェント数 10, 創発パターン数 10 の時 Ja-Net よりもヒット率をおよそ 110% 向上させることを示した.

参考文献

- [1] T.Itao, T.Nakamura and M.Matsuo, T.Suda, and T.Aoyama, "Service Emergence based on Relationship among Self-Organizing Entities", Proc.of the IPSJ/IEEE SAINT2002, Nara, Japan, Jan.2002.
- [2] 板生 知子, 中村 哲也, 松尾 真人, 田中 聡, 須田 達也, 青山 友紀, "ユーザ評価に応じた動的なサービス構成のためのリレーションシップメカニズムの設計と評価", 情報処理学会論文誌 Vol.44 No.3