Vol.2014-GN-90 No.26
Vol.2014-CDS-9 No.26
Vol.2014-DCC-6 No.26
2014/1/24

ストレス心理学に基づく情動モデリングとストレス推定

川井 俊輝[1,a)]　敷田 幹文[2,b)]

概要：近年，様々な SNS やコミュニケーションツールの登場によって，場所と時間を選ばずに相手とコンタクトをとることが可能となった．しかし，相手にとって不適切なタイミングでコミュニケーションが発生する場合がある．これを避けるため，センサや個人ルールを用いた研究は盛んであるが，状況ごとに人の心理状態を考慮したものは少ない．そこで，人の心理状態を考慮した行動モデリング手法と，それに基づくストレス推定手法を提案する．行動モデリング行うために，ストレス心理学に基づいたストレス因子を用いて，心理的なストレス反応とそれに伴う行動（以下 情動）をモデリングし，人間がストレス刺激を感じる状況に直面した後にどのような情動を発生するのかを推定する手法を提案する．提案するモデリング方式を用いて，人がどのような場面でストレス刺激を感じ，またどのような心理的反応を示し，どのような情動として発現するのかデータとして収集し分析した．この分析結果をもとに，人が過去に体験した場面と同様の，あるいは類似した場面に直面した直後（以下 近未来）にとる情動を推定することができることを示した．ストレス推定を用いて情動を推定することで，様々なストレス刺激を感じる状況における複雑なコミュニケーションのタイミングを捉えることを最終的な目的としており，そのための議論を行う．

キーワード：ストレス推定，コミュニケーション，行動モデリング，グループウェア

Stress estimation and coping modeling based on stress psychology

KAWAI Toshiki[1,a)]　SHIKIDA Mikifumi[2,b)]

Abstract: In recent years people can communicate wherever and whenever they need, attendant on the development of communication tools like SNS.However, it does not necessarily mean you are able to make contact with using those tools, because there are many inappropriate timing for communication.Although the researches about communication with using sensors or individual rules are popular, these researches do not consider the mental states.Accordingly, This research suggests action modeling method and the stress estimation method associated with the action model.First, action modeling is simulated by psychological stress reaction and the action when the testees happen to meet the stressors(”Joudou” in the following), and estimates how Joudou does happen in the next place.The modeling data show that how the testees feel stress, how their mental states is, and how they take actions.This research succeeded to estimate how people take action in the near future when they confront same or similar situation which they happened to meet in the past.This research aims at estimating appropriate communication timing in the situation contains versatile stress, and argue the questions.

Keywords: stress estimation, communication, action modeling, groupware

1 北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
School of information Science, Japan, Advanced Institute of Science and Technology
2 北陸先端科学技術大学院大学 情報社会基盤研究センター
Research Center for Advanced Computing Infrastructure, Japan Advanced Institute of Science and Technology
a) s1210019@jaist.ac.jp
b) shikida@jaist.ac.jp

1. はじめに

近年，様々な SNS の登場やコミュニケーションツールの開発によってコミュニケーションの機会の増加やコミュニケーションのための手段が多様化した．そのため，場所や時間に影響されないコミュニケーションが可能になり，環

ⓒ 2014 Information Processing Society of Japan

境を共有しない遠方（以下 分散環境）のユーザとの情報伝達を時間と場所を選ばずに行うことができるようになった．

しかし，時間と場所を選ばずに相手とコミュニケーションが可能となった反面，相手の状況が把握できないという問題が発生している．このように相手の状況がわからなければ，不適切なタイミングでのコミュニケーションが発生する場合がある．例えば，大切な会議を控えた相手にコンタクトをとろうとすることは，コミュニケーションタイミングとして不適切だと言える．そこで，相手の状況情報を得る研究や人の行動パターンを予測する研究が盛んに行われている．

例えば，相手の状況情報を統合し提供する状況アウェアネス支援の研究 [1] [2] [3] や，不適切なタイミングでのコミュニケーションを避けるために人の忙しさを測定する研究 [4] がある．このように，従来はセンサや忙しさ，スケジュール情報といった状況情報をもとに，人の状況把握や行動を予測していた．これらの状況情報の変化や人の行動パターンを分析するために，被験者ごとにルールを生成することで実現している．また，観測データ毎に学習を行うことで，忙しさや個人の行動の推定精度を最適化するしている．しかし，人が設定したルール通りに行動しない場合があり，事前に設定したルール通りにタイミングを決定づけることができない場合がある．また，遠隔会議などの相手の状況に気づくことのできない分散環境下において，状況情報や忙しさだけでは測れない．

例えば，大切な会議などで発表を控えている人であれば，その会議の前には，他者とのコミュニケーションを避けたいと考える．一方では，緊張を紛らわせるために，積極的にコミュニケーションを取りたいと考える人もいるだろう．

上記のような個人差は必ず存在し，気の知れた者同士でなければ，どのようなタイミングでのコンタクトが相手にとって望ましいか予測することは困難である．前述した研究は，主にセンサや人間の行動ルール・スケジュール情報を用いたものが多い．しかし，これらのセンサ等から得られる状況情報だけでは，心理的な状況が招く心理的な変化や状況の変化に十分に対応することができない．つまりこれまでの研究では，心理的な変化によって発生する不適切なタイミングでのコミュニケーションを避けることは困難である．このような場合，ある出来事に直面した，あるいは将来直面する人間の心理状態とそれに伴う行動を推定することが必要である．

そこで，分散環境下におけるアウェアネスの指標として，人間の心理状態に着目する．本論文では，心理的な状態を表現する指標として「ストレス」を設定し，測定・推定することで，不適切なコミュニケーションタイミングを避けることを目的とする．また，ストレスの定義として，周囲の環境の認識と行動（以下 情動）と定義し [5] [6]，心理的ストレス反応と情動を行動履歴として蓄積し，システムがこれらのデータを用いて発生しうる情動を推定する．情動を推定することで，人の心理状態を考慮したコミュニケーション支援が可能となる．

本論文では，関連研究を述べ，提案方式について説明し，提案方式の有効性を示したのちに，考察として実験結果を分析し議論を行う．

2. 関連研究

アウェアネスに関する従来の研究では，現在のユーザをカメラや位置，またタイムスケジュールといった情報を用いて，人間の状況を相手に伝える研究がある [1] [2] [3]．文献 [1] では，被験者の行動ルールやセンサから得られる情報を状況情報として統合・提供することで，分散環境下で状況情報を伝達する機構を提案している．文献 [2] では，分散環境下の人間の位置情報とスケジュール情報を共有し，状況把握に対する有効性を示している．文献 [3] では，アウェアネスとして，人と空間が作り出す作業空間の雰囲気を伝達する仕組みを提案している．これらの情報は，前述したように，センサや位置情報から得られるため，状況情報が提示された時点では，測定時からの時間が経過しており，すでに過去の人の状態や空間の状況を表すことになる．

そのため，未来の人間の状況を推定する必要がある．未来の状況を推定するような研究として，近未来の忙しさを推定する研究がある [4]．文献 [4] では忙しさという指標を用いて，ベイジアンネットワークによって，過去の位置情報や行動といった忙しさを決定づける要因から，近未来の忙しさを予測している．

このように，人間の将来の行動を予測するためには，人のモデリングを適切に行う必要がある．人の行動モデルを設計する場合は，個人ルールの作成，行動履歴から相関関係を導出したり統計情報処理を行う必要がある．例えば，センサや行動履歴，位置情報を用いたユーザのモデリングの手法として，確率モデルや動線解析によるモデリング手法がある [7][8][9][10][11]．文献 [7] では，ユーザが過去に選択した通信メディアから，状況ごとにユーザにとって適切だと思われる通信メディアを推論する手法が提案されている．文献 [8] では，位置情報と，人の行動ルールを用いることで，位置情報からユーザ属性呼ばれる人の状態を捉える研究が行われている．文献 [9] では，複数のセンサを融合して，未来の個人の行動を予測している．また，確率モデルを用いた行動予測としては，文献 [10][11] があげられる．文献 [10] は隠れマルコフモデルを拡張させた混合自己回帰隠れマルコフモデルを用いて動線解析を行い，歩行者の生き先を予測している．文献 [11] では，ベイズ推定を用いて，実生活上において人の行動を解析している．

従来の研究によって，人の現在・近未来の状況はわかるようになったが，その状況ごとの相手の心情といった心理状態を考慮・分析したものはない．過去の行動やセンサ情

報，場所への意味付けといった情報からは判断できない人の心理状態は存在する．このような心理状態は，行動モデルや動線解析などでは十分に理解することは不可能である．先行研究において，モデルを作成する際に，被験者への数回のヒアリングやアンケートによって，被験者の心理状態を考慮しているように見えるが，それは被験者が体験した一面的な状況のみを捉えたものであるため，あらゆる場面でモデルが適用できるわけではない．このように，従来の研究において，様々な場面ごとの心理状態や行動の意味は十分に考慮されていない．

3. ストレス推定方式

そこで，本論文では，場面ごと人の心理的状態を考慮したモデリング方式を提案する．人の心理状態を捉えるため，ストレスという概念を扱う．本章では，ストレス刺激を感じる場面（以下 ストレス場面）に直面した直後に人がとる情動を推定する方式について説明する．まず，概要を示した後に，システムの概要，データ収集のためのアンケート調査方式，情動を推定するための方式（以下 情動モデリング）を説明する．

3.1 概要

本論文では，確率モデルの一つであるベイジアンネットワークの理論を用いて近未来の情動を予測する．ここで，近未来を，人がストレス場面に直面した直後と定義する．提案方式では，被験者ごとのストレス場面と，その時の位置情報，その後の情動をストレス心理学に基づいて独自に作成したアンケートによって収集し，ベイジアンネットワークを適用するモデリングを行う．提案方式におけるモデルに与えるデータは，情動ごとに収集した位置情報・ストレス場面・心理的ストレス反応を与えた．ストレス場面ごとに変化する情動をモデル化することで，ストレス場面ごとに発生する情動を高い精度で推定することが可能である．

また，想定する場面については，アンケートに回答可能な場面であれば，それら全てを考慮した．しかし，評価実験期間中に 1 度しか遭遇しなかった場面については，予測の妥当性を示すことができないため除外した．また，アンケートは，1 日 1 回以上の回答を求めた．回答時間がとれない場合は，その日の時間が空いた時に回答してもらうようにした． 以下では，提案システムの概要，アンケートの内容，情動モデリングの説明を行う．

3.2 提案システム利用の流れ

本論文では，人のストレスとそれに伴う情動を用いる．ストレス刺激を感じる場所（以下 ストレス場面）と，それに対する意識・情動パターンを調査・収集し，これらを行動履歴とする．行動履歴を取得するために，ストレス心理学に基づいたアンケートによる調査を行った．このように して得た行動履歴からストレス場面における人間の心理状態とその後とるであろう近未来の情動を，ベイジアンネットワークを用いて推定する．これを，情動モデリングと呼ぶ．提案システムでは，行動履歴データから情動モデリングを行い，被験者が近未来においてとる情動を推定する．システムにおける情動推定までの流れを以下に示す．

- 各被験者は，ストレス場面に直面した時，「ストレス場面名」と「ストレス場面に直面した時の，場面に対する心理的状態」をアンケート用紙または指定の Web ページを通して入力する．
- 被験者は，ストレス場面で情動が起こるごとに，アンケートに回答する．よって，同一のストレス場面において，複数の情動が観測される場合がある．アンケートは，各被験者ごとに 1 日 1 回以上の回答を求めた．
- アンケートの回答結果は，ストレス場面と，そのときの心理的ストレス反応・情動パターンを一つのデータセットとしてデータベースに記録する．
- 心理的ストレス反応と情動パターンを含めた全 15 要因を事象として置き換え，全事象の発生確率をデータセットから算出する
- 同様のストレス場面が入力されるごとに，システムは過去に求めた全事象の発生確率をベイズ推定によって求め，情動のパターンを推定する．

図 1 に，本研究で用いるシステムの概要図を示し，次節で，その詳細について述べる．

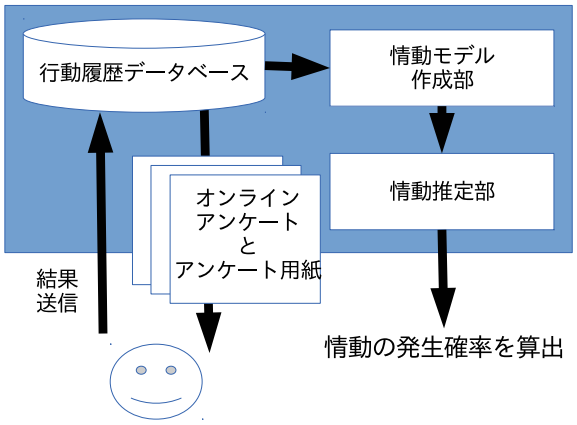

図 1 提案方式の概要図
Fig. 1 Outline of proposal method

3.3 情動測定アンケートの作成

前述した通り，ストレスに関するアンケート調査によって，ユーザモデルを作成する．本研究では，ストレスの種類とユーザの行動の関連性を調査するため，心理学の分野で用いられている CARS，SRS-18，TAC-24 というアンケート方式を参考にアンケート項目を作成した．3.3.1 で，

本論文で，参考にしたアンケート方式について述べ，計測可能な尺度について示す．3.3.2 では，それらを参考にして独自に作成したアンケート方式を示す．

3.3.1 参考にした 3 つのアンケート方式（CARS，SRS-18，TAC-24）

本節では，参考にした 3 つのアンケート方式について述べる．以下では，CARS，SRS-18，TAC-24 の順にそのアンケートから計測できる尺度について示す．

まず，CARS について説明する．CARS は，ストレスフルな出来事に対して，どのように認知し評価するかを定量化するものである [12]．CARS は，認知的評価を

- コミットメント
- 影響性の評価
- 脅威性の評価
- コントロール可能性の評価

の 4 因子に分類することで，認知的評価を定量化する．この 4 因子によって，ある一つのストレス場面に対して，その場面が被験者にとってどのような意味を持つ場面であるかを数値によって知ることができる．例えば，「講演会」という場面であっても，自分が講演会で発表する立場なのか，聴衆としての立場なのかによって受ける印象は異なる．CARS を適用することで，ストレス場面に対する被験者ごとの評価を定量化することができる．

次に SRS-18 について説明する．SRS-18 は，心理状態として表現されるものを

- 抑うつ・不安
- 怒り・不機嫌
- 無気力

の 3 因子に分類する [13]．SRS-18 は，日常的に発生する主要な心理的ストレス反応を測定することが可能であるため，ある時点から別のある時点までのストレス反応の変化を測定することができる．例えば，あるストレス場面に直面する前とストレス場面後では，明らかに心理状態が異なる．SRS-18 はその心理状態の違いを上記の 3 尺度で定量化できる．

最後に，TAC-24 について説明する．TAC-24 は，ストレスフルな出来事に対する評価と対処行動を以下の 8 因子に分類するものである [14]．

- 情報収集
- 計画立案
- カタルシス
- 肯定的解釈
- 責任転嫁
- 放棄・諦め
- 気晴らし
- 回避的思考

上記のアンケートは，どれも心理学分野で用いられるものであるため，信頼性・妥当性が共に保証されていることとする．

表 1 ストレス場面アンケートの内容
Table 1 Contents of stress scene questionnaire

質問番号	質問内容
1.	あなたはこの状況を改善したいと思いますか
2.	この状況はあなたに影響を与えるもの，または重要なことだと思いますか
3.	この状況は，あなたを危機に陥れるものだと思いますか
4.	この状況に対して，どのようにしたら良いか知っていますか
5.	この状況に対して，鬱な気持ちになったり不安を感じますか
6.	この状況に対して，怒りを感じたり不機嫌になったりしますか
7.	この状況に対して，ヤル気がなくなったり無気力になったりしますか

3.3.2 作成したアンケート方式

本研究では，CARS，SRS-18，TAC-24 を参考に，独自に質問項目を作成し，2 つのアンケートを作成した．**表 1** と**表 2** にその内容を示す．これらのアンケート項目は，すべて 5 件法（全く当てはまらない：0 点，あまり当てはまらない：1 点，まぁまぁ当てはまる：2 点，かなり当てはまる：3 点，当てはまる：4 点）で点数をつける．被験者には，回答可能なストレス場面に直面した時または直面する前後でアンケートの回答を要求した．アンケートに記入する時間がとれなかった場合は，その日のうちで時間が空いた時に回答することとした．また，1 日のうちに少なくとも 1 回はアンケートに回答してもらい，データを収集した．

表 1 と表 2 は，CARS，SRS-18，TAC-24 で求めることのできる計 15 因子を定量化することができる．本論文では，アンケートから得ることのできるストレスに関する 15 因子をストレス属性と呼ぶこととする．次節では，行動履歴として蓄積されるストレス属性データセットから近未来のストレス属性値を推定する方式を述べる．

3.4 情動モデリング方式

本論文では，ストレス心理学の観点からベイジアンネットワークを構築する．まず，本論文で用いた，ストレス心理学におけるストレス反応と対処のモデルを説明する．用いたモデルは「認知—対処モデル」と呼ばれるモデルで，リチャード・S・ラザルスが提唱したものであり文献 [5][6] でも示されている．認知—対処モデルを，**図 2** で示し，各プロセスの内容を以下に示す．

- 1 次評価:ある出来事について，自分に関係があるのかないのかを決定する．また心理的に害を受けるかどう

表 2 情動アンケートの内容
Table 2 Contents of coping questionnaire

質問番号	質問内容
8.	この状況に対して，状況を改善するような情報を集めようと行動しますか
9.	どのような対策をとるべきかを考えたり，次に何をするべきかを考えますか
10.	この状況に対して，誰かに話を聞いてもらったり，愚痴をこぼしたりして気持ちを楽にしようと行動しますか
11.	この状況を楽観的に捉えたり，悪いことだけでなく良いことを考えようと行動しますか
12.	口からでまかせを言って逃れたり，責任を相手に押し付けて気持ちを楽にしようとしますか
13.	この状況に対して，どうすることもできないと諦め状況を改善することを放棄しますか
14.	気晴らしのために，好物を食べたり買い物をするといった行動をしますか
15.	この状況について，深く考えることをやめたり，忘れようとしますか

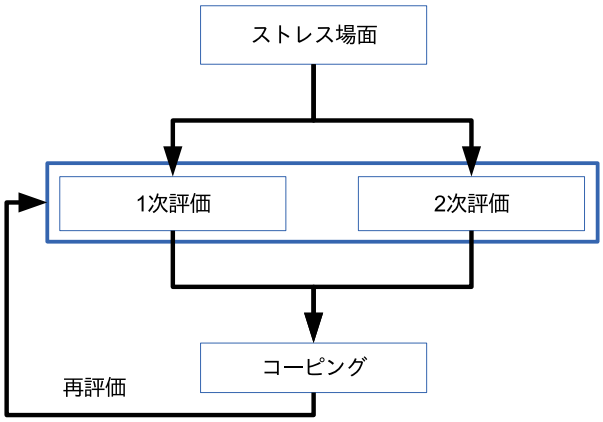

図 2 認知—対処モデル
Fig. 2 Appraisal-coping model

か（有害），今後に害や危機が予想され備える必要があるのかどうか（脅威），その出来事を克服できる可能性があるのかどうか（挑戦）を評価する．

- 2 次評価:ある出来事に，対処できる能力や資源を評価する．ある出来事に対して，自分の立てたストレス軽減のための戦略を実行できるかどうかを自身の能力や持っている資源を評価する．
- コーピング:ある出来事からくる心理的な苦痛などを回避したり，和らげるために行う行動である．コーピングは問題解決と情動の 2 つの型に分類できる．

注意するべき点は，1 次評価と 2 次評価はほぼ同時に行われ，コーピングは，1 度のコーピングでストレス場面の状況を再評価し，その評価結果を受けて再度コーピングが行われる場合がある点である．

本論文では，この認知—対処モデルに従って，情動モデリングを行う．認知—対処モデルにおける情動をモデリングするため，アンケート結果から得られた値とその関係性をもとにベイジアンネットワークを構築する．ストレス属性を結んだベイジアンネットワークのトポロジを情動ネットワークと呼ぶ．例として，**図 3** に，情動ネットワークトポロジを示す．図 3 において，長方形で囲まれたものを

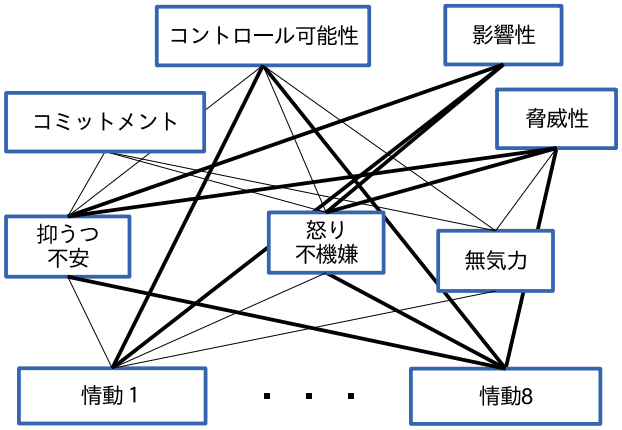

図 3 情動ネットワークのトポロジ例
Fig. 3 Example of coping network topology

ノード，それらを結ぶ太線・細線をエッジと呼ぶことにする．エッジで繋がれた 2 つのノードは相関関係を示しており，強い正の相関がある場合は太線で表し，強い負の相関がある場合は細線で表す．本提案方式では，この情動ネットワークにおいて，情動の発生確率を求めることが情動パターンを推定することになる．次節では，情動の発生確率の算出方法について詳しく述べる．

3.4.1 情動の発生確率の算出方法

本提案方式では，ベイズ推定を用いて，近未来の情動パターンを推定する．ここで，情動パターンとは，情動の発生確率の分布パターンを指すこととする．よって，各事象の発生確率と，各事象間の遷移確率を算出することが，情動パターンを推定することになる．情動パターンの算出方法を説明するため，図 3 を用いて各情動の発生確率を算出する方法を示す．図 3 において，ストレス場面の認知的評価である 4 因子（コミットメント・影響性・脅威性・コントロール可能性）が心理的ストレス反応である 3 因子（抑うつ・不安，怒り・不機嫌，無気力）と正または負の

強い相関があることを意味している．次に，この心理的反応を受けて，情動が発生するため，認知的評価の 4 因子と心理的ストレス反応の 3 因子と正または負の相関をとる．よって，図 3 は，各情動 8 パターンを，認知的評価と心理的ストレス反応に影響を受けるようなネットワークトポロジで表現していることになる．次にこの情動ネットワークからベイズ推定によって，情動の発生確率を求める．ベイズ推定を行うために，各ノードを事象として捉える．ここで，発生確率を P，各事象は表 1，表 2 の質問番号として表す．例えば，質問番号 1 は，コミットメントの度合いを測る質問項目であるため．この発生確率を P_1 と表す．この時，図 3 において，心理的ストレス反応の全因子である抑うつ・不安，不機嫌・怒り，無気力（発生確率は，それぞれ P_5，P_6，P_7）が，情動 8（質問番号 8 に相当する）と正の相関が強く，情動 8 の発生源としての確率が高い．そこで，事象 5，6，7 の同時発生確率を $P_{5,6,7}$ として，これが発生した時の事象 8（情動 8）の発生する尤もらしさである尤度を $P_{(8|(5,6,7))}$ と表す．

ここで，ベイズの定理において，事象 X_i に対して，事象 Y，それに対する尤度 $P_{(Y|X_i)}(= P_{(X_i \bigcap Y)}/P_{X_i})$ と事前確率を P_{X_i} とすると，事後確率 $P_{(X_i|Y)}$ は

$$P_{(X_i|Y)} = P_{(Y|X_i)}P_{X_i}/\sum_j (P_{(Y|X_j)}P_{X_j})$$

と表現できる．また，事象 8 が発生する確率は，図 3 を参照すると事象 5・事象 6・事象 7 との相関が強いことから同時発生確率が高いとわかる．よって，事象 8 の発生確率は

$$P_8 = (P_8 \bigcap P_{(5,6,7)}) + (P_8 \bigcap \bar{P}_{(5,6,7)})$$
$$= (P_{(8|(5,6,7))}P_{(5,6,7)}) + (P_{(8|(\bar{5},\bar{6},\bar{7}))}\bar{P}_{(5,6,7)})$$

と表される．ここで，$\bar{P}$ は，余事象を表す．また，事象 8 が発生する時の事象 5，6，7 の同時発生確率は，ベイズの定理より，

$$P_{((5,6,7)|8)} = P_{(8|(5,6,7))}P_{(5,6,7)}/(P_{(8|(5,6,7))}P_{(5,6,7)}$$

+事象 8 と他の全事象との組み合わせの事前確率と尤度の和)

となる．よって，この $P_{((5,6,7)|8)}$ を最大とする値が，情動 8 が発生する確率となる．これらの数式は，各事象において，それ以外の事象との組み合わせ全てに対して適用する必要がある．この意味は，全情動の事象を P_8 から P_{15} で表現すると，

$$P_8 = P_1 \bigcap \bar{P}_2 \cdots \bigcap \bar{P}_7 \cdots \bigcap \bar{P}_{1,2} \bigcap \bar{P}_{1,3} \cdots \bigcap \bar{P}_{5,6,7}$$
$$\vdots$$
$$P_{15} = \bar{P}_1 \bigcap \bar{P}_2 \cdots \bigcap \bar{P}_7 \cdots \bigcap \bar{P}_{1,2} \bigcap \bar{P}_{1,3} \cdots \bigcap P_{5,6,7}$$

を全て計算することになる．しかし，本論文では，観測データを取り込むごとに，ネットワークトポロジを再構築し，発生確率の高いエッジパターンを生成する仕組みをとっている．この仕組みによって，想定されうる全ての事象の組み合わせを計算することなく，あらかじめ遷移確率の高い事象のみを考慮することが可能である．また，各ノードの発生確率の基準として，アンケートによる点数ごとの重みを評価する．本論文では，0 点を「多くとも発生する確率 10 %」，1 点を「発生確率 30 %」，2 点を「発生確率 50 %」，3 点を「発生確率 70 %」4 点を「少なくとも発生する確率 90 %」として評価した．また，データが 0 件の初期状態では，理由不十分の原則に基づいて，2 点の重みである各事象発生確率を 50 %とした．上記の方式を用いて，全ての情動についての発生確率を求める．最も発生確率の大きい情動が，ストレス場面に直面した後の行動と推定する．**図 4** にシステム内における情動ネットワークの更新の流れを示す．

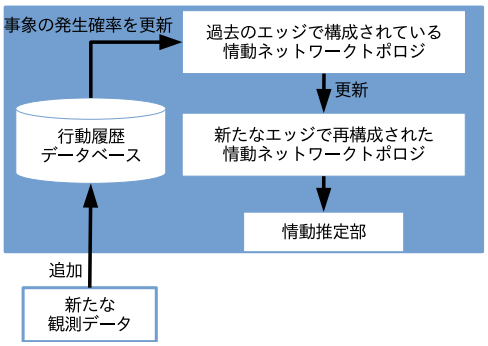

図 4 情動ネットワークの更新の流れ
Fig. 4 Flow of update of Joudou network

4. 評価実験

提案法式によるストレス推定の有効性を検証するため，以下の評価実験を行った．

4.1 データの収集

データの収集は，2013 年 10 月 22 日から 2013 年 11 月 27 日まで行った．被験者数は，16 名であり，同大学院の学生である．被験者には，普段通り生活してもらい，ストレス刺激を感じた場面が発生した時，またはその日のうちに，アンケートに回答してもらった．それらの回答をもとに，解析と各情動の推定を行った．以下では，データ分析と，情動ネットワークに基づくストレス推定の検証について述べる．

4.2 データ解析

提案方式によって算出されたストレス場面ごとの情動パターンとアンケートによって得られた情動パターンを比較

することで，提案方式の妥当性を示す．情動パターンの比較は，各被験者がストレス場面において行う確率の高い行動の上位 3 つを比較し，

$$\frac{\text{上位 3 つのうち，アンケートと一致した情動の数}}{3 \times (\text{同一または類似した全ストレス場面数})}$$

の式を用いて一致率を示す．この情動パターンの一致率を推定の尺度として，以下に観測データ 5 つごとの情動パターンの一致率を示す．**図 5** は，情動ネットワークを用いて，算出した情動パターンの一致率を示したものである．縦軸は一致率，横軸は与えたデータの件数を表している．1 回目の事前確率は，すべて 50 %として設定している．その後，行動履歴データベースへ同等のストレス場面が蓄積されるごとに，情動パターンの推定確率が高くなっていくのがわかる．5 人の被験者の一致率の平均を取ると，80 %の割合で，アンケート結果と同様の情動パターンを得ることができている．

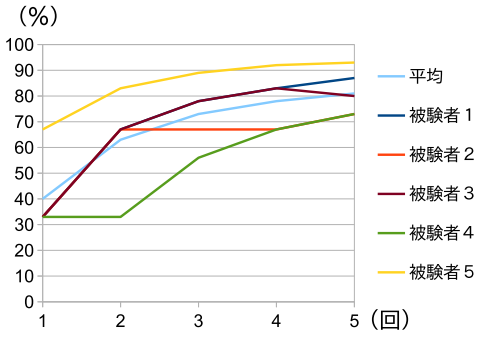

図 5 提案方式における情動パターン一致率
Fig. 5 Matching rate of joudou in proposal method

5. 考察

本章では，前章で得られた結果をもとに議論を行う．

5.1 ストレス場面の類似度

本論文において，同等または類似した場面ごとに情動パターンを生成した．この類似度の決定因子が適切であれば，同等あるいは類似したストレス場面において発生する情動パターンを，少ないデータセットから求めることが可能である．本論文では，類似度を，

- 被験者が入力したストレス場面を示す文字列
- ストレス場面が発生した時の位置情報
- 質問番号 1 から質問番号 4

で決定した．この時，質問番号 1 から 4 において 5 段階の重みを設定していた．この重みについて，被験者ごとに捉え方が異なる場合がある．また，回答する状況によって，重みの捉え方が変化する場合も考えられる．そのため，単にストレス場面の質問項目のみから状況を捉えることはせず，ストレス場面を表す文字列，例えば「仕事中」などの文字列と位置情報を合わせることで，正確にストレス場面を捉えることに可能にした．

また，ストレス場面には，前後関係があり，前後のイベントに左右される場合がある．そのような場合は，ストレス場面とイベントの前後関係や，その際の人間関係といった複雑な状況を把握しなければならないが，人の心理的ストレスに関与する全ての因子を測定することは困難である．しかし，実験では質問番号 1 から 4 の回答結果を分析することでストレス場面ごとに複雑な心理的状態を捉え，情動を推定できることを示した．

5.2 アンケートの尺度設定

本論文で使用したアンケートは，5 件法を用いており，0 点から 4 点の重みがつく．実験では，被験者がストレス場面に直面した際にアンケートに回答してもらう形式をとったため，重みに対する状況差や個人差が発生する．状況差とは，あるストレス場面で回答した結果の数値と別のストレス場面で回答した結果の数値が一致している場合でも，数値の印象が異なることを意味する．例えば，「会議前」というストレス場面があった際，アンケートの質問項目 1 に対して 4 という数値が得られたとする．また，「講義前」というストレス場面では，同様の質問項目に対しても 4 という数値が得られたとする．しかし，この時の数値が意味するところは異なる．これが状況差である．また，個人間での重みの捉え方の違いを個人差という．通常これらの差を正確に評価するために，シグマ値法などを用いて数値に補正処理を施す必要がある．

しかし，評価実験では，これら状況差・個人差をストレス場面と被験者ごとに情動ネットワークで表現したため，それら状況差・個人差を捉え，高い精度で情動パターンを推定することができることを示した．

5.3 近未来の定義

本論文において，ストレス場面の直後である近未来の情動パターンを算出した．実験では，情動パターンとして，ストレス場面に直面した直後に，情動を開始した被験者が多いが，直後でない場合も存在した．これは，ストレス場面ごとに情動を行うタイミングが異なる被験者がいたためである．

そこで，情動が発生する近未来を被験者ごとに設定することで，より正確な近未来の情動パターン推定が可能となると考えられる．また，近未来の設定を適切に設定することによって，遠隔地などの分散環境下において，だれが，いつ，どのような情動を起こすかを捉えることができ，結果として適切なコミュニケーションタイミングを捉えるきっかけとなる．

ⓒ 2014 Information Processing Society of Japan

5.4 適切なコミュニケーションタイミングの選択に向けて

本論文では，人間の周囲の状況把握や忙しさだけでなく，人の心理状態も考慮したコミュニケーションタイミングの取得を目標としている．コンタクトをとりたい相手が，今何を考えどのような行動しようとしているのかを認知することで，適切なコミュニケーションタイミングを選択できると考える．

しかし，次のような問題もある．例えば，情動の一つである「カタルシス」を考える．カタルシスは，話しを聞いてもらったりして気持ちを楽にしようとする行動である．ここで，A さんと B さんを用いる．A さんは，B さんがこれからカタルシスを行うと分かった場合，B さんは話を聞いてもらいたいのだから，適切なコミュニケーションタイミングであると考えられるが，常に適切なタイミングであるとは言えない．なぜなら B さんは A さん以外のだれかと話したい場合があるからである．

よって，今後は，近未来で発生する情動がどこへ向けられるものなのかを捉える必要がある．この問題は，情動が発生する際の人間関係を分析することで，情動が向けられるパターンを発見できる．情動とその向けられている方向がわかれば， 提案方式を用いて，よりよいコミュニケーションタイミングを選択するための支援が可能になると考えられる．

6. おわりに

本論文では，ストレス場面とその後の情動パターンを推定する情動モデリング方式を提案した．

情動ネットワークから情動パターンの発生確率を導出し，アンケート結果と比較することで，本提案方式の妥当性を示した．情動ネットワークを被験者ごとに作成し，個人差をネットワークトポロジで表現することで，高い精度で情動を推定することができた．同時に，ネットワークトポロジを適切に設定することで，複雑なストレス場面と情動の関係を少ない因子で説明することができた．また，提案方式では，アンケートに回答可能な全てのストレス場面に対して，情動パターンの推定を行った．そのため，あらゆるストレス場面に用いることができ，汎用性が高い方式であることがわかった．

提案方式を用いることにより，人の心理的ストレスを考慮したコミュニケーションを行うことが可能である．例えば，ストレス場面と情動パターンを遠隔地の相手に伝えることで，不適切なタイミングでのコミュニケーションを避けることができる．また，心理状態を考慮したコミュニケーションを行うことが可能になり，相手の緊張を和らげたり，ストレス刺激を軽減することで，仕事への集中力などが高まり作業効率の向上などといった相乗効果を生むの可能性がある．

今後の課題として，情動がどこへ向けられているかの分析や，人の心理的な動きを考慮したコミュニケーションタイミングの有効性を示す必要がある．

参考文献

[1] 敷田幹文，大西健治：複数情報の一元管理による状況アウェアネス提供機構の提案と評価，情報処理学会論文誌，Vol.46，No.1，pp.80-88，2005
[2] 中西泰人，辻貴孝，大山実，箱崎勝也：Context Aware Messaging Service:位置情報とスケジュール情報を用いたコミュニケーションシステムの構築および運用実験，情報処理学会論文誌，Vol.42，No.7，pp.1847-1857，2001
[3] 江木啓訓，西川真由佳，安西悠，重野寛，岡田謙一：グループ支援を目的とした共同作業空間の雰囲気伝達手法，情報処理学会論文誌，Vol.47，No.4，pp.1219-1229，2006
[4] 衣笠雄気，敷田幹文：センサ情報から得られる個人の行動履歴を用いた近未来の忙しさ予測，情報処理学会研究報告グループウェアとネットワークサービス (GN)，Vol.2011，No.78，pp.1-8，2011
[5] リチャード S．ラザルス，本明寛，池澤徹也：ストレスと情動の心理学―ナラティブ研究の視点から―，実務教育出版 (2009)
[6] リチャード・S・ラザルス，スーザン・フォルクマン，本明寛，春木豊，織田正美，池澤徹也：ストレスの心理学―認知的評価と対処の研究，実務教育出版 (2010)
[7] 金子浩平，内田達人，敷田幹文：ユーザモデルを利用したルールの自動的な学習・推論によるプライバシ保護手法の提案，情報処理学会グループウェアとネットワークサービス・ワークショップ：論文集 2007，pp.101-106，2007
[8] 松尾豊，岡崎直観，中村嘉志，西村拓一，橋田浩一，中島秀之：位置履歴からのユーザ属性の推定，情報処理学会論文誌，Vol.48，No.6，pp.2106-2117，2007
[9] 首藤幸司，西尾信彦：センサフュージョンを利用した個人行動の未来予測機構，情報処理学会研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI)，Vol.2006，No.116，pp.79-84，2006
[10] 浅原彰規，佐藤暁子，丸山貴志子：混合自己回帰隠れマルコフモデルによる歩行者行き先予測，情報処理学会論文誌，Vol.53，No.1，pp.342-351，2012
[11] 木村陽一，西田佳史：ベイズ推定における事前分布のグラフ構造モデリングと実生活行動理解，情報処理学会論文誌コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM)，Vol.48，No.SIG9(CVIM18)，pp.43-56，2007
[12] 鈴木伸一，坂野雄二：認知的評価測定尺度 (CARS) 作成の試み，ヒューマンサイエンス・リサーチ，Vol.7，pp.113-124，1998
[13] 鈴木伸一，嶋田洋徳，三浦正江，片柳弘司，右馬力也，坂野雄二：新しい心理的ストレス反応尺度 (SRS-18) の開発と信頼性・妥当性の検討，行動医学研究，Vol.4，pp.22-29，1997
[14] 神村栄一，海老名由香，佐藤健二，戸ケ崎康子，坂野雄二：対処方略の三次元モデルの検討と新しい尺度 (TAC-24) の作成，教育相談研究，Vol.33，pp.44-47，1995

ⓒ 2014 Information Processing Society of Japan