

人狼 BBS における発話の自動分類

福井 敬徳^{1,a)} 安藤 圭祐¹ 村上 俊英¹ 伊藤 暢浩^{1,b)} 岩田 員典^{2,c)}

概要: 近年, インタラクティブなコミュニケーションゲーム「人狼ゲーム」をプレイすることのできる人工知能の開発がおこなわれている。人狼ゲームとは, 4人以上のプレイヤーが対面して会話を楽しむコミュニケーションゲームである。本研究では, 人狼ゲームを WEB 上でおこなうことのできる人狼 BBS を対象とする。人狼 BBS では, 雑談や時事問題など様々な発話が自然言語で話される。そのため, 人工知能がすべての発話内容を理解することは困難である。そこで本研究ではサポートベクターマシンを用いた自動分類を導入し 6 つの話題に分類する。これにより発話内容の理解の一段階にすることを目的とする。実験の結果から一部の話題に対して本研究の提案手法が有用であることを示した。

キーワード: 自然言語処理, 機械学習, SVM, 人狼知能, 人狼ゲーム

Automatic classification of remarks in Werewolf BBS

TAKANORI FUKUI^{1,a)} KEISUKE ANDO¹ TOSHIHIDE MURAKAMI¹ NOBUHIRO ITO^{1,b)}
KAZUNORI IWATA^{2,c)}

1. はじめに

近年, Facebook[1] や Twitter[2] などの SNS が世の中に浸透しつつある。また, Siri[3] や Cortana[4] をはじめとした対話エージェントの需要が高まりつつある。そのため, 人工知能の一分野である, 自然言語処理に対する注目が高まっている。

また, 人狼知能と呼ばれる人狼ゲームを対象とした人工知能のプロジェクトが注目を集めている [5]。人狼知能プロジェクトとは人狼ゲームをプレイする人工知能の実現を

目指すプロジェクトである。このプロジェクトでは, 人狼ゲームをプレイすることのできる人工知能を「人狼知能」と呼んでいる。人狼知能の実現のためには次に示す 4 つの技術が必要だとされている。

- エージェントのプロトコル設計
- モデル化した行動 (自分は占い師と名乗る, 誰々是人狼だと思おうと指摘する, など) の思考
- モデル化された行動の自然言語化, 自然言語の理解
- エージェントのインターフェース (映像や音声による表現) の実装

本研究では, 「モデル化された行動の自然言語化, 自然言語の理解」に焦点を当てる。

人狼ゲームでは雑談や時事など様々な会話がおこなわれる。そのため, それらすべての内容を解釈するようなエージェントの実現は難しい。

一般的に, 人狼ゲームとは, 複数人のプレイヤーが対面しておこなうゲームとして知られている。プレイヤーは村人陣

¹ 愛知工業大学
Aichi Institute of Technology, 1247 Yachigusa-cho, Toyota City, Aichi 470-0392, Japan

² 愛知大学
Aichi University, 4-60-6 Hiraike-cho, Nakamura-ku, Nagoya, Aichi 464-8662, Japan

a) itfukui0922@icloud.com

b) n-ito@aitech.ac.jp

c) kazunori@vega.aichi-u.ac.jp

営と人狼陣営に分かれ、村人と人狼は互いの排除を目指す。誰が人狼であるかは不明である。そのため話し合いによって正体を探る。

ゲーム上では昼のフェーズと夜のフェーズがあり、2つのフェーズを合わせて1日とする。村人陣営か人狼陣営のどちらかが勝利するまで何日間かおこなわれる。

昼のフェーズでは、プレイヤー同士が話し合いをおこない、ゲームから追放する人物を投票によって決定する。夜のフェーズでは、人狼が襲撃する対象を1人決定する。追放または、襲撃されたプレイヤーはゲームから除外される。村人陣営の勝利条件はゲーム上から人狼を追放することである。反対に、人狼の数と人間の数が同数となった場合、人狼陣営の勝利となる。

本研究では、人狼知能の研究に向けて、機械学習による発話の分類をおこなう。そのために本研究の目的に沿った標本データの作成もおこなった。分類する話題は人狼知能プロジェクトが作成した人狼知能プラットフォーム [6] のプロトコルを参考に設定した [7]。分類する話題は人狼BBSの過去ログを対象とする [8]。人狼BBSはWeb上で人狼ゲームができる掲示板である。

関連研究として、平田ら (2014)[9] では、特定の発話に対するラベルの自動付与をおこなっている。この関連研究では Support Vector Machine (SVM) [10] と Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF) 法の2つの手法について調査している。しかし、この研究では発話の分類数が3つであり、十分ではない。

また、小林ら (2016)[11] では、ラベルの種類を増やし分類している。しかし、小林らの研究は前提条件として各プレイヤーの役職が識別可能であることを仮定している。

私たちの目標は人狼知能エージェントが他のプレイヤーの役職を知らない環境で言語理解をおこなうことである。そこで、本研究は上述の2つに比べて SVM を利用し、小林らの前提条件なしで5つのラベルの自動分類をおこなう。

私たちは SVM による学習が正しいか確認するために、K-分割交差検証をおこなった。その結果、いくつかの話題の発話に関して、高い精度で分類ができていることを確認した。また、特に高い精度で分類できた話題は内容が短く、単純な構文で構成される発話を多く含むことがわかった。この結果から、これらの話題に関しては本研究の提案手法が有用であると考えられる。

2. 人狼ゲーム

2.1 人狼ゲームとは

人狼ゲームは複数のプレイヤーが対面しておこなうゲームとして知られている。プレイヤーは村人陣営と人狼陣営に分かれ、村人と人狼は互いの排除を目指す。

人狼ゲームは全てのゲームの情報が完全に公開されない不完全情報ゲームである。また、人狼ゲームはプレイヤー同

士の対話によってゲームが成立するコミュニケーションゲームでもある。発話に制限はなく、身振り手振りや表情といった情報も扱いながらゲームを進めていく。

その上、人狼ゲームにおけるプレイヤー同士の対話では、嘘をついたり、相手の嘘を見抜くことが重要である。また、他者を説得することや他者と協調することなどの高度なコミュニケーション能力が必要となる。

以上より、人狼知能の実現にはこれらを含む多くの課題が存在する。

2.2 人狼ゲームのストーリー

ある村に、人間の姿に化けられる人喰い人狼が現れた。人狼は人間と同じ姿をしており、昼間には区別がつかず、夜になると村人たちを一人ずつ襲っていく。村人たちは疑心暗鬼になりながら、話し合いによって人狼と思われる人物を1人ずつ追放していくことにした。

以上が人狼ゲームのカバーストーリーである。このストーリーに合わせて、人狼ゲームでは昼のフェーズと夜のフェーズを繰り返す。昼のフェーズでは、プレイヤー全員がその日に追放するプレイヤーを決めるため議論をおこなう。夜のフェーズでは、人狼同士のみが襲撃するプレイヤーを決定する。

昼フェーズと夜フェーズを繰り返す、人狼が全員追放された時点で村人陣営の勝利となる。反対に、村人と人狼の数が同数になった時、人狼陣営の勝利となる。

2.3 人狼ゲームのルール

人狼ゲームのルールについて以下に示す。

- ゲームの進行は「ゲームマスタ」と呼ばれる司会役がおこなう。
- ゲームマスタ以外のプレイヤーは村人と人狼に分かれる。
- 昼フェーズでは、議論をおこない、村から追放するプレイヤーを決定する。
 - 議論はゲームマスタを除いた全員でおこなう。
 - あらかじめ決められた時間で議論をおこなう。
 - 議論する時間が終わり次第、追放するプレイヤーを多数決などの方法によって、1人決定する。
 - 追放されたプレイヤーはゲームから除外され、以後、ゲームに関与することはできない。
- 夜フェーズでは、人狼が襲撃するプレイヤーを決定する。
 - 人狼以外のプレイヤーは目を閉じる、または顔を伏せるなどをして、人狼の話し合いの内容がわからないようにする。
 - 人狼は互いに身振り手振りなどによって、襲撃するプレイヤーを一人決定する。
 - 襲撃されたプレイヤーは追放されたプレイヤーと同様に

ゲームから除外される。

- 昼フェーズにおける追放と夜フェーズにおける襲撃によって、プレイヤーの数は1日あたり2人減少する。
- 人狼が全員追放された時点で、村人であるプレイヤーの勝利となる。
- 残りの人狼と村人の数が同数になった時点で、人狼であるプレイヤーの勝利となる。

2.4 役職

ゲームを開始する時にひとりのプレイヤーに一つずつ、役職が決められる。以下にその役職と役職が持つ特殊な行動・能力について述べる。

村人陣営

村人

特別な能力のない役職である。

占い師

1日のうちに1人だけ相手が狼であるかを知ることができる。

霊能者

前の昼のフェーズに追放したプレイヤーが人間であったか、人狼であったかを知ることができる。

狩人

1日のうちに1人だけ他のプレイヤーを人狼から守ることができる。

狼陣営

裏切り者

占い師や霊能者の結果からは人間だと判定されるが、この役職は人狼側の勝利条件で自分自身も勝利する。

人狼

1日のうちに1人だけプレイヤーを襲撃することができる。また、人狼同士のための会話を行うことができる。

役職によっては特殊な能力や行動を持つものや、自身の立場が変わるプレイヤーが存在する。これらの役職の中で、人狼のみが、他のプレイヤーの中で誰が人狼であるかを知っている。

3. 人狼 BBS

3.1 人狼 BBS について

人狼 BBS とは WEB 上で遊ぶことのできる人狼ゲームである。本研究では次に示す3つの理由により、良い研究対象であると考え人狼 BBS を用いた発話内容の分類をおこなう。

- 人狼 BBS ではたくさんのプレイヤーが参加しており、いろいろな種類のサンプルが得られる。

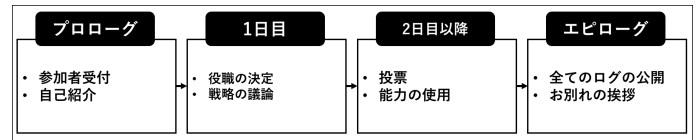


図1 人狼 BBS の進行

- 文字でのみのコミュニケーションに限定されるため、自然言語処理を用いてゲームの進行を追うことができる。
- ゲームの記録が1700回以上のゲームの記録が保管されているため、機械学習をおこなう際の学習データとして利用できる。

3.2 人狼 BBS の特徴

人狼 BBS でのゲームの進み方を図1に示す。プロログでは参加受付と、参加プレイヤー同士の挨拶や自己紹介がおこなわれる。一日目にはシステムから各役職を割り当てられる。また、参加プレイヤーは今後の戦略やポリシーについて決めていく。二日目以降から追放するプレイヤーの投票や、各役職の能力を使っていく。ゲームが終了するとエピログが始まる。エピログでは、人狼同士の会話を含め今までのログがすべて公開される。またお互いに健闘を称える。

一般的な人狼ゲームとの違いを次に示す。

対話の方法

プレイヤー同士は200文字以内のメッセージで対話をする。

キャラクタ

各プレイヤーは役職とは別にキャラクタを設定される。例えば、村長や村娘、木こりなどである。

プレイヤーの数

プレイヤーの数は10人から16人である。プレイヤーの数によって役職の割り当て数が変わる。

夜フェーズ

人狼 BBS には夜のフェーズはない。そのため、投票、襲撃先の決定、占い先の決定、人狼同士の会話は全て昼のうちにおこなわれる。

ゲームの進み方

人狼 BBS の時間軸は現実世界と同じである。人狼 BBS はあらかじめ決められた「更新時間」で1日が進む。更新時間になると占いや霊媒、襲撃の決定がおこなわれ、投票の結果、追放される人が決定され、実行される。

4. 研究目的と提案手法

4.1 研究目的

本研究では、人狼ゲームをプレイできる人工知能の実現を目的とする。そのための1段階として、発話における話

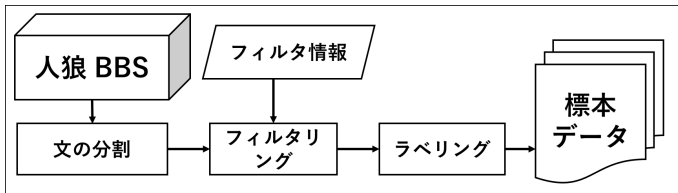


図 2 標本データの作成手順

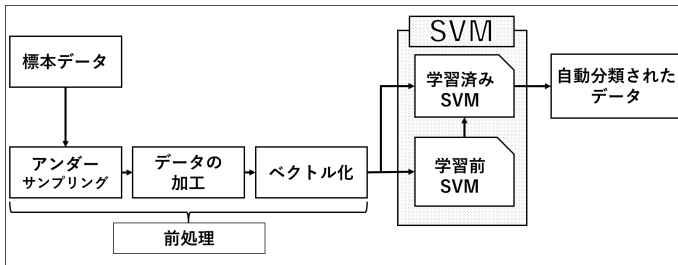


図 3 SVM による自動分類の手順

題の自動分類をおこなう。これにより、人狼ゲームにおける内容の解釈をおこなうための1つの段階とする。分類する話題は人狼知能プロジェクトが作成した人狼知能プロトコルを元に作成した。

4.2 提案手法

発話の自動分類を実現するために SVM を用いる。SVM による自動分類をおこなうために、SVM に学習させるデータが必要である。これを標本データと呼ぶ。本研究では、次の2点をおこなう。

標本データの作成

機械学習に用いる標本データとして、発話内容とその発話が分類されるべき話題（発話ラベル）を手動でつけたペアのデータ群を作成する

SVM による自動分類

標本データを用いて学習をおこなった SVM が正しく分類できているか K-分割交差検証を用いて検証をおこなう。

標本データの作成の大きな手順を図2に示す。

次に、K-分割交差検証をするために、学習データとテストデータに分割する。学習データを用いて SVM を学習させた後、テストデータで自動分類を試みる。SVM による自動分類の大きな手順を図3に示す。

5. 自動分類のための標本データ作成

5.1 標本データの作成

5.1.1 発話ラベル

機械学習に用いる標本データとして、人狼 BBS から 10 ゲーム分の過去ログを用いる。ログからサンプリングしたのは 5 種類である。これらの 5 種類に入らない話題には「untag」の発話ラベルを割り当てる。この研究では 5 種類のラベルを正例として、また「untag」の発話ラベルを負例

として SVM に学習させる。

正例

comingout

自分の役職の限定または公開

divined_inquested

占いの結果または霊能の結果

guard

護衛したプレイヤーの報告

vote

投票先のプレイヤーの宣言

estimate

他のプレイヤーの役職または種族の予想

負例

untag

上記の 5 つの話題のどれにも属さない話題

5.1.2 文の分割

本研究では文に対して発話の分類の自動化を実現する。しかし、プレイヤーの1回の発話は 200 文字以内の文章でおこなわれているため、文に分割する必要がある。

次に分割の規則を示す。

規則 1 「【】」で囲まれた文字列を 1 つの文とする。ただし、この文は「【】」自体も含む。

規則 2 規則 1 の文を除いた文字列を 4 つの区切り文字「!」「。」「…」「?」で区切る。区切られた文字列のそれぞれを 1 つの文とする。ただし、この文は区切り文字を含まない。

5.1.3 フィルタリング

本研究では「untag」に分類される文は非常に多い。私たちはサンプルデータを作成する前に全ての文をフィルタリングした。

フィルタリングとは、はじめにフィルタ情報にいくつかの単語を登録し、その単語が文中に含まれている場合のみ標本データとする。このフィルタ情報は、各発話ラベルの話題に分類される文が含むことのある文字列を調査し定義した。

フィルタ情報中の単語が含まれないものは、機械学習による分類をせずに「untag」に分類する。

各話題のフィルタ情報を表 5.1.3 に示す。

5.1.4 ラベリング

フィルタリングされた各発話の文に対して手作業により正解ラベルをつけ、標本データを作成する。発話ラベルを付与される文の例を次に示す。

comingout

【私が霊能者だよー！】

divined_inquested

【ヨアヒムは人間でしたー】

表 1 フィルタ情報

発話ラベル	フィルタ情報に含まれる文字列
comingout	[, 霊, 占, 狩, 仮, 狼, わおーん, co, CO, CCO, CCO, 護, 対抗, LW, LW, HCO, HCO, RCO, RCO, カミングアウト, かみんぐあうと, ギドラ, 素村, 村人, スライド
divined_inquested	[, 人, 狼, 白, 黒, ○, ●
guard	護衛, 守, →, GJ, GJ, 2d, 3d, 4d, 5d, 6d, 7d
vote	[, ▼, ●, ○, 希望, 仮決定, 本決定
estimate	真, 偽, 白, 黒, 狼, 村, 灰, アピ, 臭い, 臭う, 占, 霊, 狩, 村, 敵, 要素, 狂, あやしい, 姿勢, 評価, 思, 有力, 喰, 食, 人, GS, GS, グレースケール, LW, LW, オーラ, 騙る, 騙り, 語る, 語り, グレー, グレスケ, グレラン, 赤ログ

guard

一応レジさん護衛してました

vote

なので僕の希望としては▼羊です

estimate

あー、アルビン白い気がしてきた

untag

人狼なんているわけじゃないじゃん

5.2 前処理

5.2.1 アンダーサンプリング

作成した標本データは不均衡データである。機械学習をする際に正例よりも負例の数が多いため、負例に偏って学習をする。そのため、正例数と負例数を一致させるアンダーサンプリングをおこなった。

負例を等間隔で間引くことで不均衡データを解消した。

5.2.2 サンプルデータの加工

本研究では、標本データを2つの方式で加工することによって、分類の精度の向上を図る。

- 形態素の基本形への変換
- 役職とキャラクタ名の統一

上記の2つの加工による精度の向上を評価する。

形態素解析をするために必要となる品詞などの情報を含むデータの集合を辞書と呼ぶ。この研究では単語の品詞やふりがななどが書かれたIPA辞書を用いる。

また、人狼BBSを形態素解析するために単語を追加する必要がある。人狼BBSで使われる独特の単語を形態素解析させるためにIAP辞書にいくつかの単語を追加する。追加した単語は、キャラクタ名、役職名、記号などである。私たちはこれらの追加した単語を人狼用語と定義する。

標本データは形態素解析のひとつであるMeCab[12]を使用する。MeCabはオープンソースの形態素解析エンジンであり、文章を単語に分解し、基本形に変換することができる。他の形態素解析をおこなうプログラムであるJuman, ChaSenと比較して、高性能かつ高速に動作する。

MeCabの基本形に変換する機能を利用し、表記揺れをする人狼用語や同義語をより簡単な表現に統一することが

できる。

「形態素の基本形への変換」では、いくつかの人狼単語と動詞を基本形に直す手法をとる。これにより、表記揺れの問題を軽減することが期待できる。

「役職とキャラクタ名の統一」では、役職名を全て「<役職>」、キャラクタ名を全て「<人名>」に変換する。次に例を示す。

変換前)

リーザは占い師で占った結果、アルビンは狼だった！

変換後)

<人名>は<役職>で占った結果、<人名>は<役職>だった！

5.2.3 特徴ベクトルへの変換

SVMに学習させるには標本データを特徴ベクトルの形式に変更する必要がある。標本データを次の形式に従い特徴ベクトルに変換する。

```
<label>_<index 1>:<value 1>_<index 2>:<value 2>
... _<index n>:<value n>
```

上に示した形式の「<label>」には、標本データ中の文が正例であれば、「0」を、負例であれば、「1」を設定する。「<index>」には文中の形態素に対して一意に割り当てられたIDを設定する。「<value>」には、そのIDが文中に出現した回数を設定する。

6. 実験

6.1 実験の目的

本実験はSVMを用い、学習していない未知の人狼BBSの発話に用を自動で5種類的话题に分類する。

6.2 実験手順

利用したSVMはオープンソースの機械学習ライブラリであるLIBSVM[13]を使用する。K-分割交差検証をおこなうために、前処理された標本データを分割する。分割数Kは、スタージェスの公式1より、最も標本データ数の少ない「guard」のサンプリング数に合わせてK=5とした。

$$K = 1 + \log_2 N \quad (1)$$

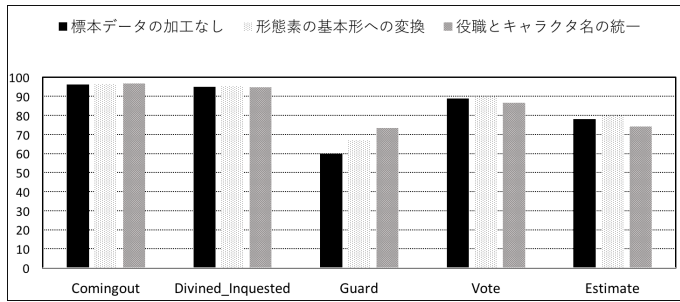


図4 正則化パラメータ=100のときの各発話ラベルに対する分類の精度

今回利用する LIBSVM にはハイパーパラメータを調整する必要がある。調整された SVM に対し K-分割交差検証をおこない、どれだけ分類できたかについて考察をおこなう。

検証結果から発話の話題ごとの標準データに対する考察をおこなう。また、データの加工による精度の向上の有効性についても考察する。

6.3 ハイパーパラメータの調整

ハイパーパラメータとは、標準データからの学習では決定しないパラメータのことである。そのため、このパラメータは人手で設定する必要がある。本研究では、次の2つのハイパーパラメータを設定する。

- 分散パラメータ
- 正則化パラメータ

それぞれのパラメータは機械学習で扱う問題に合わせて最適な値に調整する必要がある。

本研究では分散パラメータをデフォルト値である $\gamma = 1/\text{num_features}$ (num_features : 標準データの次元数) を用いる。正則化パラメータは経験則から $C = 10$, $C = 100$, $C = 1000$ の3通りを試行した。その結果、 $C = 100$ の時に良い結果を得られたため、正則化パラメータを $C = 100$ とする。

7. 実験結果

7.1 正則化パラメータの調整

正則化パラメータを 100 とした時の各発話ラベルに対する分類の精度の結果を図4に示す。

8. 考察

8.1 標準データの加工による精度の向上

精度向上のための標準データの加工方法の有効性を検討するために、それぞれの K-分割交差検証の結果を比較した。この結果から、全てのラベルに対し、少なくともどちらかの加工によって精度に影響があることがわかった。

8.2 発話ラベルの精度の違い

発話ラベルごとの精度の違いは大きく次の3つが影響していると考えられる。

- 人狼 BBS の慣習
- 構文の多様性
- 標準データ数

人狼 BBS のいくつかの慣習の中に、重要な内容を括弧 ([]) で囲む習慣がある。発話ラベルの中でこの習慣が顕著であったのは「comingout」と「divined_inquested」であった。そのため、この2つの発話ラベルは精度が高く出たと考えられる。また、「[]」で1つの文とする文の分解ルールや、フィルタリングが精度の向上に大きく影響したと考えられる。

構文の多様性の観点から「vote」や「estimate」は前述の2つの発話ラベルより精度が低かった。しかし、「vote」と「estimate」の間には精度に大きな差が見られた。そこで、標準データを確認し、「vote」の標準データは「▼ペータ」など、記号と人名による定型化された表現が多く用いられていることがわかった。

一方で、「estimate」は「人狼を探している感じがして白度が高い」や「彼は村人っぽい」など、表現に非常に幅がある。このことから、構文の多様性が精度に影響していることが考えられる。

標準データ数に関して、「guard」は人狼 BBS の慣習が使われている標準データが「estimate」よりも多い関わらず、精度は全ての発話ラベルの中で最も低い。これは、標準データ数が不足していたことが原因であると考えられる。

「guard」の発話ラベルは狩人という役職が、誰を守ったのかを公開する発話に付くラベルである。狩人は村に1人しか割り当てられない上に、人狼側から積極的に狙われる傾向が強い。そのため、狩人は自身の役職を公開することが多いために、「guard」の付く発話の機会がとても少ない。結果として、10ゲーム中から多くの標準データを集めることができなかった。

「guard」の結果より、標準データ数が少ない場合に分類が特定のキーワードに強く依存してしまうことがわかった。比較して、標準データ数の多い「comingout」では、特定のキーワードのみによって分類されているわけではないことがわかった。

9. まとめと今後の課題

本研究では人狼 BBS の発話内容の話題の自動化を実現するために、SVM による機械学習を提案した。本研究の評価のために K-分割交差検証をおこない、一部の話題に対しては本研究の提案手法が有用であることを示した。

今後は精度の向上のために標準データの追加作成や、文の分割方法、フィルタリング、データの加工についての工夫が必要である。

サンプルデータの追加作成

本研究で用意した標本データ数は不十分であることが実験結果から考察された。そのため、必要十分な標本データ数の推定とより多くの標本データ数の採集をおこなう必要がある。

フィルタリングとデータ加工方法の改良

フィルタリングやデータの加工方法によって分類の精度に影響があることが本実験より考察された。そのため、より良いフィルタリング手法やデータの加工方法を工夫することで、精度向上が期待できる。

ニューラルネットワークへの応用

本研究で作成した標本データはニューラルネットワークなどの他の機械学習でも用いることができると考えている。今後、他の機械学習を用いることを検討する必要がある。

謝辞 本研究はJSPS 科研費 JP16K00310, JP17K00317の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] FaceBook, 入手先 (<https://www.facebook.com>) (参照 2017-07-09).
- [2] Twitter, 入手先 (<https://twitter.com/>) (参照 2017-07-09)
- [3] iOS - Siri - Apple, 入手先 (<https://www.apple.com/jp/ios/siri/>) (参照 2017-07-09)
- [4] About Cortana, 入手先 (<https://support.microsoft.com/ja-jp/help/17214/windows-10-what-is>) (参照 2017-07-09)
- [5] 人狼知能プロジェクト, 入手先 (<http://aiwolf.org>) (参照 2017-07-09)
- [6] AI Wolf Platform, 入手先 (<http://aiwolf.org/server/>) (参照 2017-07-09)
- [7] Toriumi, F., Kajiwara, K., Osawa, H., Michimasa, I., Daisuke, K. and Shinoda, K.: Depelopment of AI Wolf Server, *The 19th Game Programing Workshop 2014*, Vol.2014, pp.127-132 (2014)
- [8] Werewolf BBS, 入手先 (<http://www.wolfg.x0.com/>) (参照 2017-07-09)
- [9] 平田佑也, 稲葉通将, 高橋健一: 人狼ゲームにおける発話行為タグの自動付与, *2014 IEEE SMC Hiroshima Chapter Proceedings of the Young Society Conference* (2014)
- [10] Bernhard, E., Isabelle, M. and Vladimir, N., A Training Algorithm for Optimal Margin Classifiers, *In proceedings of the fifth annual workshop on computational learning theory*, pp.144-152 (1992)
- [11] 小林優稀, 橋山智訓, 田野俊一, 人狼 BBS 会話文の分類, 第 32 回ファジィシステムシンポジウム 講演論文集, (2016)
- [12] MeCab: Yet another part-of-speech and morphological analyzer, 入手先 (<http://taku910.github.io/mecab/>), (参照 2017-07-09)
- [13] LIBSVM a library for support vector machines, 入手先 (<https://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm/>), (参照 2017-07-09)