

顔文字推薦のための 感情を付与した顔文字データベースの構築

吉田綾奈^{†1} 邱起仁^{†2} 樫山淳雄^{†1}

インターネットが普及したことにより、SNS 上でなど、コンピュータを介したコミュニケーション (Computer-Mediated Communication: CMC) が日常的になっている。CMC では主にテキストによるコミュニケーションが行われる。マイクロブログの代表例である Twitter では、文字数に制限があるので、簡潔に感情を伝えるために顔文字を使用する。顔文字の種類は日々増えており、その膨大な量を把握することはもちろん、多数の顔文字から自分が伝えたい感情に適した顔文字を決定することが難しくなっているというのが現状である。そこで本研究では、伝えたい感情に適した顔文字を推薦するための足がかりとして、顔文字を Twitter のつぶやきから自動的に抽出し、つぶやきの文章から検出した感情を付与した顔文字データベースを構築する。

Construction of an Emoticon Database with Emotions for Emoticon Recommendation

AYANA YOSHIDA^{†1} QIU QIREN^{†2} ATSUO HAZEYAMA^{†1}

The growth of the Internet makes Computer-Mediated Communication (hereafter CMC) getting popular in these days. Communication by text is mainly conducted on CMC. In Twitter, one of the representative examples of micro-blog, emoticons are used for showing the feeling briefly because the number of letters is limited in Twitter. The number of emoticons is increasing, thus that it is difficult not only to figure out the total amount of emoticons, but also to choose a proper emoticon that shows the feeling we would like to express to others from enormous emoticons. In this study, an emoticon database is constructed. It is composed of emoticons that are automatically extracted from tweets on Twitter and associated with emotion which is inferred from them.

1. はじめに

インターネットが普及したことにより、SNS (Social Networking Service) 上でなど、コンピュータを介したコミュニケーション (Computer-Mediated Communication: CMC) が日常的になっている。さらに、スマートフォンなどが普及したことにより、時空間的な制約を受けることのない CMC が可能となり、使用する人が増えている。CMC では主にテキストによるコミュニケーションが行われる。そのなかで近年、マイクロブログと呼ばれる形態の Web サービスを活用する人が多くなっている。これらの代表例である Twitter[1] では 140 字以内の膨大な量のつぶやきが投稿されている。つぶやきはリアルタイムで何をしているかについて投稿されることが多い。従って、つぶやきには日常的な言葉が多く、個人の感情が反映されやすいという特徴がある。

しかし、文字数に制限があることで、感情がきちんと伝わらないこともある。そこで、簡潔に感情を伝えたいときに、対面コミュニケーションのときには使える表情や口調などの非言語情報の代わりに使用するのが、顔文字である。

CMC においては、表情や身振りなどの非言語情報が使えない代わりとして顔文字が使用されるので、より伝えたい感情に適した顔文字を選択できることが望ましい。しかし、世に存在する顔文字の量は日々増えており、膨大な量を把握することはもちろんのこと、多数の顔文字から伝えたい感情に適した顔文字を選択することが難しくなっているというのが現状である。

そこで本研究では、伝えたい感情に適した顔文字を推薦するための足がかりとして、顔文字が日常的な言葉とともに使われている Twitter のつぶやきから自動的に顔文字を抽出し、そこにつぶやきの文章から推定した感情を付与した顔文字データベースを構築する。膨大な量の顔文字を感情ごとに分類することで、伝えたいことに適した顔文字を決定しやすくなるだけでなく、今まで知らなかった新しい顔文字も知ることができるように期待できる。

2. 関連研究

本節では、2.1 項で既存の顔文字推薦システムについて、2.2 項で顔文字と感情の関連性の分析について、2.3 項で感情の推定についての関連研究を紹介する。

2.1 顔文字推薦システム

ト部ら[2]は顔文字に含まれる感情をアンケート調査によって数値化し、顔文字データベースを作成し、そしてユ

^{†1} 東京学芸大学
Tokyo Gakugei University.
^{†2} 東京学芸大学大学院
Tokyo Gakugei University.

ーザの入力文から推定された感情に一致する感情を持つ顔文字を推薦するシステムを提案している。顔文字の評価に用いられた感情は「喜」、「哀」、「怒」、「怖」、「安」、「恥」、「驚」、「好」、「昂」、「厭」の10個であり、対象とした顔文字が50個であった。データ数が少なかったため、データを増加させることでより適切な顔文字を選択する可能性を増加させることができると述べている。

Ptaszynski ら[3]は顔文字の感情分析のためのシステム CAO を提案している。CAO は、入力文から抽出した顔文字とあらかじめ作成してある顔文字データベース内に含まれる顔文字を照合することで、顔文字が表現する感情を推定する。データベースにない顔文字に関しては目や口に相当する部分に分けて、もう一度照合することで感情が推定される。CAO では顔文字単体から感情を分析しているが、文章にも対応することでより日常的に使用できると述べている。

両システムとも感情を付与した顔文字データベースを必要としている。本研究は、顔文字推薦システムの足がかりになることを目的としているので、顔文字データベースを構築することは重要な一手順だと言える。従って、本研究では Twitter のつぶやきから推定した感情を抽出した顔文字に付与することで、新しい顔文字に対応できる顔文字データベースを提案する。

2.2 顔文字と感情の関連性についての分析

加藤ら[4]は、電子メールで使われる顔文字から推測される感情について分析している。その結果、顔文字における目の部分に特徴があると、感情の範囲が限定され、誤解が減ることが分かった。しかし、「喜び」などのポジティブな感情に比べ、「悲しみ」などのネガティブな感情は目の特徴だけでは「怒り」などと誤解されることも多く、その差異を明らかにすることが今後の課題であると述べている。

川上[5]は、顔文字自体が表す感情表現について分析し、「喜び」、「悲しみ」、「楽しさ」、「怒り」、「焦り」、「驚き」の6つの感情について、「どの感情を表しているか」ではなく、「それぞれの感情をどの程度表しているか」という観点から各感情の度合いをアンケートで調査することで、顔文字データベースを作成した。各感情の程度の相関を算出することで、ポジティブな感情はネガティブな感情と負の相関を示しているため排他的であること、ネガティブな感情は他の感情と有意な相関を示していないため他の感情と独立しうる感情であると述べている。

両研究とも顔文字単体についての評価ではあるが、顔文字と感情に関連があることを示している。そして、限られた数の顔文字のみが対象であった。それに対して本研究では、新しい顔文字も対象とすることができるので、顔文字選択の際の幅がより広がる可能性があると言える。

2.3 感情の推定に関する研究

青木ら[6]は文章と絵文字の表す感情を、Plutchik の感情モ

デルを参考に、「喜び」、「受容」、「恐れ」、「驚き」、「悲しみ」、「嫌悪」、「怒り」、「期待」の8つの感情と、「愛」、「畏敬」、「絶望」、「後悔」、「軽蔑」、「楽観」の6つの複合感情を合わせた14次元の感情ベクトルで表現することとし、ブログ記事の中で絵文字が現れた文の中に「感情語」があるかどうかを判定することで絵文字と感情を結び付けている。感情語を感情と同等の表現と仮定し、感情表現辞典[7]と現代形容詞用法辞典[8]から300語選定した。

実験により、感情に共起する語として感情語を用いると、感情を細かく分類することができ、感情を結び付けられることが示されたので、本研究では、つぶやきに含まれる感情語から感情を推定することとする。そして、このとき推定する感情は感情表現辞典にも掲載されていて、Plutchik の感情モデルのなかでも基本的要素である、「喜び」、「期待」、「怒り」、「嫌悪」、「悲しみ」、「驚き」、「恐れ」、「受容」の8個とする。

3. 顔文字と Twitter

本節では、3.1 項で顔文字について定義し、3.2 項で Twitter と感情ならびに顔文字との関連性について述べる。

3.1 顔文字

顔文字は、主に「表情」を伝えるために目や口を文字や記号を用いて表現したものである[9]。人と人との円滑なコミュニケーションのためには相手の感情や意志を素早く理解することが必要であるが、CMC では表情や身振りを伝えることができないので、その代わりに顔文字や記号が頻繁に使用される。

世の中で使用されている顔文字の種類は日々増えており、使用する顔文字も人によって様々であるが、その主な種類は表1に示したように、東洋式、西洋式、日本式の3通りである[10]。

表1 顔文字の主な種類

分類	顔文字の例
東洋式	(^0^*) (*^_^*)
西洋式	:) : (
日本式	^.,^ (;`・ω・) / o o しー-J orz

東洋式は、日本において一般的に顔文字として使用される機会が多く、顔の輪郭を示した“(”,“(” (丸括弧) で囲まれているものを顔文字としている。そして、例えば「+°・* (*^▽^*) *・°+」や「バ (*^ε*) /」などのように括弧で囲まれた部分だけでなく、手やテキスト文字が付随しているものもある。西洋式は、欧米で主に使われており、

横倒しで左が上、右が下となっているものが多い。日本式は、顔文字が数行にまたがるアスキーアートと呼ばれるもののや括弧を使わない文字列で表しているもののことをいう。

本研究では、これらの中でも一般的に顔文字として使用される機会が多く、顔文字の数も多い東洋式を対象とする。そして、感情は顔に現れるものなので、手など付随する部分は考慮せず、括弧で囲まれた部分のみを顔文字とする。

3.2 Twitterにおける感情と顔文字との関連性

Twitterとは、米Twitter社が2006年7月から提供している140文字以内の「つぶやき」と呼ばれる発言を投稿できるマイクロブログサービスである。簡単に発言できることから、日常的な言葉でリアルタイムの感情を伝えるためにTwitterを利用する人も多い。そして、制限されている文字数の中で伝えたいことを的確に伝えるためや強調するための非言語情報として顔文字が一般的に使用されている。

また、1つのつぶやきの中にブログのように複数の感情が現れることは少なく、つぶやきに現れる顔文字に対する文の長さも短いので、本研究のように感情と顔文字を関連させるには適していると思われる。さらに、気軽に簡単に発言できるため、つぶやきに含まれる感情は、より本当の感情に近い“感情”として判断できるだけでなく、その時代に合った感情と新しい顔文字の関連性を見いだす可能性があると考えられる。さらに、Twitterはリアルタイム性が高いので、その時代に沿った感情と新しい顔文字を見出す可能性があると考えられる。

4. 顔文字データベースの構築

本研究では、Twitterのつぶやきの文章から感情を推定し、それを抽出した顔文字に付与し格納することで顔文字データベースを構築した。本節では4.1項でその構築環境を、4.2項でその構築手順の詳細について述べる。

4.1 構築環境

顔文字データベースはJava言語を用いて構築した。Java言語でTwitterのデータを利用するためにTwitter4J[11]を利用した。Twitter4Jとは、Twitter APIに対応しているTwitter社非公式のライブラリである。

そして、データベースには、固定的なスキーマを持たずにデータの追加・更新・削除を行うことができ、さらにアプリケーション自身の構造やデータ型にあった形でデータを格納することができるので、Twitter APIで呼び出したJSON形式のデータをそのまま格納できるMongoDB[12]を用いた。

4.2 構築手順

本研究における、顔文字データベースの構築の手順は以下の通りである。

- (1) Twitterからつぶやきを自動的に取得する
- (2) (1)で取得したつぶやきの中から、顔文字を含むつぶやきを抽出し、さらにその中の顔文字のみを抽出する。

- (3) 顔文字が抽出されたつぶやきの文章から感情語を検出し、顔文字に対する感情を推定する
- (4) (2)で抽出した顔文字に、(3)で推定した感情を付与してデータベースに格納する

(1) Twitterからつぶやきの取得

Twitter APIを使用するために、TwitterのOAuth認証を行った。そのあとTwitter APIを使用してつぶやきを取得した。

OAuth認証とは、ID、パスワードを入力して認証をするもの[13]で、ベーシック認証とは違い、自分のIDを登録することで得られる固有のキーを利用し、専用のOAuth認証ページを表示するようにプログラムすることで情報の取得・追加・更新・削除等に関わるアクセスを許可されるというものである。Twitterでは、Twitter Developers[14]でTwitter IDの登録を行うことで、OAuth認証に必要な、Consumer key, Consumer secret, Access token, Access token secretという4つの固有なキーを得ることができ、それを用いてAPIでつぶやき情報にアクセスする。

Twitter APIの中でも本研究ではStreaming APIを使用し、全世界のTwitterユーザの公開されているつぶやきが流れるタイムラインである、パブリックタイムラインから日本語のつぶやきを取得した。Streaming APIを利用すると、それぞれのつぶやきに対して作成日時、発言内容、発言者のユーザ情報、固有ID、クライアント情報、リプライ先ID、リツイート回数などがつぶやきの情報として取得できる。その取得したつぶやきの情報のうち、発言内容部分のみをMongoDBに格納した。

(2) 顔文字の抽出

顔文字部分の抽出は以下の手順で行う。

- ① “(” (左括弧), “)” (右括弧) の両方が含まれたつぶやきを抽出する
- ② 括弧内が2文字以下のつぶやきを削除する
- ③ 括弧内で日本語・英数字の3字以上の文字列が使用されているつぶやきを削除する
- ④ ②③以外の子つぶやき中で、括弧と括弧で囲まれた部分のみを顔文字として抽出する

①について、本研究の対象である東洋式の顔文字は括弧で囲まれたものなので、括弧が左括弧、右括弧の順番で含まれるつぶやきを顔文字が入っている可能性があるつぶやきとして抽出する。

②について、顔文字の括弧内は基本的に左目、口、右目の組み合わせが含まれていることから、2文字以下のつぶやきを削除する。

③について、②と同様に、半角英数字、ひらがな、カタカナ、漢字のみで構成されている文字列が3字以上のつぶやきを削除する。

④について、②でも③でもないものを左括弧から右括弧まで顔文字として抽出する。

このとき、1 つのつぶやきのなかに 2 つ以上顔文字があった場合、Twitter はリアルな感情を伝えることが多いので、伝えたいことを最初に言うとして仮定し、最初に出てきた顔文字のみを抽出対象とする。

(3) 感情の推定

本研究では 2.2 項で述べたように、感情を推定するために感情語を用いる。感情を推定するのに使用する感情語は、感情表現辞典の中で日常的に使われるものを中心に、合計で 800 語選定した。内訳は、感情表現辞典[7]に掲載されている、それぞれの感情語の割合をもとに「喜び」105 語 (13.1%)、「期待」99 語 (12.3%)、「怒り」92 語 (11.5%)、「嫌悪」211 語 (27.7%)、「悲しみ」105 語 (13.2%)、「驚き」57 語 (7.2%)、「恐れ」72 語 (9.0%)、受容 48 語 (6.0%) であり、選定した感情語の一部を表 2 に示す。

表 2 選定した感情語の一部

感情	感情語
喜び	嬉しい, 幸せ, 満足, わくわく, 気楽
期待	好き, 懐かしい, うきうき, 高鳴る
怒り	怒る, 腹立つ, ぶんぶん, むかつく
嫌悪	不快, 恨む, くよくよ, がっかり
悲しみ	悲しい, 嘆く, 泣く, 寂しい, 冷たい
驚き	驚く, びっくり, 動揺, ショック
恐れ	不気味, がくがく, ためらう, たじたじ
受容	安らぐ, ほっと, くつろぐ, 落ち着く

1 つのつぶやきに複数の感情語が含まれていた場合、顔文字は文章の最後に存在することが多く、文章の最後のほうの感情に合わせて顔文字を選択すると仮定し、つぶやきの文章を最初から感情語と照合していった上で、最後に推定された感情をそのつぶやきでの「感情」として推定する。

(4) データベースへの格納

(2) で抽出した顔文字に (3) で推定した感情を付与して、顔文字データベースに格納する。例えば、「会えて嬉しい(つω`*)」という一文の場合、「嬉しい」が感情「喜び」に対する感情語であるので、顔文字「(つω`*)」に「喜び」が付与され、顔文字データベースに格納される。

5. 評価実験

本節では、構築した顔文字データベースの有効性を示すために行った実験について述べる。実験では、一定時間、Twitter からつぶやきを取得し、そのデータから顔文字とそれに対する感情を付与した顔文字データベースを構築した。

5.1 データの取得

2014 年 1 月 21 日 11:00-16:00 に、4.2 項で述べた方法で 100850 件のつぶやきを取得した。これを実験対象のデータとした。

5.2 実験結果

実験対象のデータから抽出した顔文字と推定した感情を顔文字データベースに格納した。これにより、341 個の感情を付与した顔文字を格納することができた。内訳は、「喜び」70 個、「期待」81 個、「怒り」29 個、「嫌悪」41 個、「悲しみ」36 個、「驚き」33 個、「恐れ」32 個、「受容」19 個であり、感情別に格納された顔文字の一部は表 3 の通りである。

表 3 格納できた顔文字の一部

感情	顔文字
喜び	(●´ω`●) (^ω^) (☆´∪´☆) (°▽°) (♥ÖωÖ♥) (・▽・) (・ω・) (*´ω`*)
期待	(☆▽☆) (▽▽▽) (〃▽〃) (≥▽≤) (´▽`) (☆▽☆) (σ´▽`) (◡ω◡)
怒り	(●`Д`●) (´Д`) (ÖÖÖ) (´Д`) (*´ε´*) (・φДφ) (°Д°) (°▽°)
嫌悪	(´Δ`) (´.´) (●°∪°●) (⊖ω⊖) (●・°・°・●) (┐Д┐) (´-´) (／.＼)
悲しみ	(┐┐┐) (´´Д`) (°ωω°) (δωδ.) (´;ω;`) (;▽;) (ಠ_ಠ) (;_;))
驚き	(´Д`) (°ωω°) (┐Δ┐) (☆∪☆) (*´_´*) (°Д`) (*´´▽´´) (°ω;)
恐れ	(´・Д`) (´´Д`) (⊙・∪・) (⊙ω⊙) (/Д＼) (●´Д`●) (・ω・;) (°△°)
受容	(*´_´*) (*´~´*) (〃ω〃) (´∪´) (・ω・) (⊙・∪・) (◡◇◡) (*´Д`*)

一方で、顔文字は抽出できたが感情を分類することができなかった顔文字が 2453 個あった。

5.3 考察

実験結果に基づき、次の 5 項目について考察を述べる。

- 選定した感情語に対する顔文字の割合
- 感情を分類できなかった顔文字
- 顔文字ではないと判断できるもの
- 感情の不適合
- 文字化け

● 選定した感情語に対する顔文字の割合

本研究で選定した感情語の数の全体に対する割合と、評価実験で構築した顔文字データベースに格納された顔文字の数の全体に対する割合の比較を表 4 に示す。「喜び」、「期待」は感情語に対して格納された顔文字の割合が 10% 以上多い。これにより、Twitter では「喜び」、「期待」に含まれるポジティブな感情をつぶやく人が多いのではないと思われる。一方で、「嫌悪」は割合が半分以下となっている。「嫌悪」の感情をつぶやく人が少ないということも考えられるが、「嫌悪」の感情語が多様化しているために分類できなかったということも考えられる。したがって、選定する感情語の数を増やすなどの対応を加える必要があると考えられる。

表 4 感情語と顔文字の全体との割合の比較

感情	感情語	顔文字
喜び	105	70
	13.1%	20.5%
期待	99	81
	12.3%	23.7%
怒り	92	29
	11.5%	8.5%
嫌悪	211	41
	27.7%	12.0%
悲しみ	105	36
	13.2%	10.6%
驚き	57	33
	7.2%	9.7%
恐れ	72	32
	9.0%	9.4%
受容	48	19
	6.0%	5.6%

● 感情を分類できなかった顔文字

341 個の感情を付与した顔文字を抽出することができたが、一方で、2453 個の顔文字は感情を分類することができなかった。つぶやきの感情を分類することができなかった理由として、以下の3つが考えられる。

- ① 内容が挨拶であるために感情を伝えているものではない
- ② 感情語に登録されている語が含まれているが、表記が異なる
- ③ 感情語が含まれていない

3 つそれぞれについて、分類されなかった顔文字とその顔文字に対するつぶやきの例を表 5 に示す。

表 5 感情が分類されない顔文字の例

	顔文字	つぶやき
①	(●´ω`●)	うん！ありがとう
	(^▽^)	よろしくお願いします
②	(. ω. ;)	回転が早くて凄いですよ...
	(´Д`)	コワイコワイ
③	(.ω.´)	いつも通りですね
	(^▽^)	なーんも変わらんあ

①について、挨拶は感情を伝えるというわけではないので考慮していなかったが、挨拶も考慮することで、感情を分類できる可能性が広がると考える。

②について、感情語が含まれているのに表記が異なるために感情を推定できていない。表 5 の例で言うと、上段は、

「驚き」の感情語「すごい」が「凄い」と表記されているために感情が推定されていない。下段は、「恐れ」の感情語「怖い」が「コワイ」と表記されているために感情語が推定されていない。感情語を選定する際に表記の幅を広げることで、感情を分類できる可能性が広がると考える。

③について、全てのつぶやきが感情を伝えているわけではないので、本研究では考慮する必要はないと考える。

すべてのつぶやきが感情を伝えているわけではないが、対象とする感情語を増やすなど感情推定の精度を上げることで、感情を推定できる顔文字が増える可能性があると考ええる。

● 顔文字ではないと判断できるもの

感情が分類できなかった 2453 個の顔文字のうち、顔文字として抽出されていたが、顔文字ではないと判断できるものが 18 個あった。それらは顔文字の一部であるか、半角カタカナであった。例を表 6 に示す。

表 6 顔文字ではないと判断したもの

	例
顔文字の一部	(・(x)(´(x)(・(x)(*(●●))
半角カタカナ	(ﾌﾌｯ)(ﾆｯｺﾘ)(ｷｮｯｷｮｯ)(ｸﾞｯ)

顔文字の一部であるものは、本研究では最初の左括弧と最初の右括弧の間を顔文字として抽出するとしているので、左括弧が先にあるのに切り取られてしまっていると考ええる。半角カタカナは、半角記号に含まれているので、顔文字を抽出する際の 3 字以上の言葉の文字列を削除する段階で、削除されずに残ってしまったと考える。

評価実験において、これらは全体でも 0.7%であったので、考慮しなくても顔文字抽出の有効性は言えると考ええる。

● 感情の不適合

感情ごとに抽出された顔文字を見てみると、その感情に適していないのではないかと思われる顔文字もいくつか見られた。感情の推定が間違っていた可能性もあるが、本研究では顔文字に付随する手などの部分は関与していないので、それも顔文字の一部とすることで顔文字全体の印象も変わり、推定された感情は適していたと言える可能性もある。

● 文字化け

格納された顔文字の中に、本来記号があるべき部分が「？」となっていて、うまく表示されなかった顔文字もあった。これは、文字化けの問題であると考ええる。最近では、環境依存文字として特定の文字コードの場合でしか表示されない記号を用いた顔文字も多くみられる。なので、文字化けに対応することで、さらに多くの顔文字を抽出できると考える。

6. まとめと今後の課題

本研究では、顔文字が日常的な言葉とともに使われている Twitter のつぶやきから自動的に顔文字を抽出し、そこにつぶやきの文章から検出した感情を付与した顔文字データベースを構築した。

すべての感情に対して顔文字が抽出されることがわかったので、本研究における顔文字データベースは、伝えたい感情に適した顔文字を推薦するシステムを作成するための足がかりになると期待できる。

今後の課題は、感情推定の精度を上げ、文字化けに対応することである。

参考文献

- 1) Twitter : <https://twitter.com>
- 2) ト部有紀, ジェブカ ラファウ, 荒木健治: 顔文字を表す感情を用いた顔文字推薦システムの構築, 言語処理学会 第 19 回年次大会発表論文集, No.85, pp.648-651, 2013
- 3) Michael Ptaszynski, Jacek Maciejewski, Pawel Dybala, Rafal Rzepka and Kenji Araki: CAO: A Fully Automatic Emoticon Analysis System, Proc.24th AAAI, pp.1026-1032, 2010
- 4) 加藤尚吾, 加藤由樹, 小林まゆ, 柳沢昌義: 電子メールで使われる顔文字から解釈される感情の種類に関する分析, 日本教育情報学会学会誌, No.22, pp.31-39, 2007
- 5) 川上正浩: 顔文字が表す感情と強調に関するデータベース, 大阪樟蔭女子大学人間科学研究紀要, No.7, pp.67-82, 2008
- 6) 青木翔, 内田理: ブログを用いた絵文字の感情ベクトル作成手法, 信学技報, No.34, pp.25-28, 2011
- 7) 中村明: 感情表現辞典, 東京堂出版, 1993
- 8) 飛田良文, 浅田秀子: 現代形容詞用法辞典, 東京堂出版, 1991
- 9) 顔文字 : <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%A1%94%E6%96%87%E5%AD%97>
- 10) 山口和宏: 顔文字から見る SNS の感情と社会トレンドに関する研究, 北陸先端科学技術大学院大学修士論文, 2013
- 11) Twitter4j : <http://twitter4j.org/ja/index.html>
- 12) MongoDB : <http://www.mongodb.org/>
- 13) gihyo.jp : <http://gihyo.jp/dev/feature/01/oauth/0001?page=1>
- 14) Twitter Developers : <https://dev.twitter.com/>