

2005 年度末踏ソフトウェア創造事業

Phonethica - 異言語間の偶然的音声連鎖で世界を探索するシステム

開発者：遠藤拓己+徳井直生

1. 要約

本プロジェクトでは、異言語間の偶然的音声連鎖によって世界を探索するプロジェクト「Project Phonethica」の基幹となるシステム「Phonethica System」を開発した。

Phonethica System は、世界言語データベース（Phonethica Database）、音声近似比較アルゴリズム（Phonethica Process）、グラフィックユーザーインターフェース（Phonethica Desktop）で構成され、世界のあらゆる言語の間を飛び越え、音声的に近似の言葉を探し出す。探し出された言葉は同時にそれぞれの背景情報と結びつけられ、ユーザーは音声の偶然の一致をきっかけに、これまで知らなかった様々な情報を体験する。

2. 背景及び目的

私たちの世界には現在、5000 種とも 6000 種ともいわれる数の言語が存在している。1992 年、アメリカの言語学者マイケル・クラウスは、世界の言語のうちの 50%から 90%が、向こう 100 年の間に消滅するだろうという衝撃的な報告を行った。また、UNESCO が 2003 年にタイにおいて開催した世界言語に関する国際会議の報告によると、世界の言語のうちの 50%、約 3000 種の言語はもう世界中どここの小学校でも教えられておらず、すでに瀕死の状態にあるという。さらに、世界の言語の約 40%にあたる約 2400 種の言語については、私たちの子供の世代を超えることなく消滅するだろう、と警告している。このように、私たちの言語は危機に瀕している。これは、私たちの多様性の危機だと言い換えることもできる。

しかし一方で、言語が統合されていくのは必ずしも悪いことではないようにも思える。言語の統合は例えば民族間の緊張を和らげるだろうし、世界的な経済活動にとっても有益である。歴史を振り返ってみても、少数派の共同体に属する人々が自分たちの言葉を捨て多数派の言語に切り替え、それによって社会的・経済的な地位の向上を獲得しようとする、ということが何度も起こっている。しかしそれでもなお、少なからぬ人々がこの世界の言語の消滅という事実を嘆かわしい事だと捉えている。例えばそこには純粋に科学的、学術的な関心に基づいた喪失感がある。言語研究が扱うもっとも基本的な問題のいくつかは、人間の言語の構造や規則性にはどのようなものがありうるのか、という私たちの精神構造についての謎に関連している。しかし現在に至るまで、この謎が解明されているとは到底言えない。そしてその謎を解明するための学術的な調査対象としての言語の数は、端的に言って、多ければ多いほどいい。あるいはこの喪失感を、私たちのエゴイスティックな欲望の発露として考えることも出来る。つまり、私たちが私たちの多様性を何かしら良きものとして感じるのは、それが人類の繁栄にとって優位であるからだ、という考え方である。仮に私たちがかようなまでに多様に分岐せずに、単なる同じもののコピーであるとしたら、私たちはたった一つの病気や、たった一度の小さな気候の変化によって簡単に絶滅してしまうだろう。このような壊滅的な状況を回避するための戦略として多様性という現象を捉えれば、私たちがそこにいくばかの尊さを感じるのは、それがつまりは私たちの繁栄を担保してくれているからである、ということで一応の合理的説明がつかだろう。

しかし、概して事情はより単純な図式の中で理解される。すなわち、マイナーな言語の喪失とはつまりメジャーな言語による代替を意味するため、人々はそこに、一般にグローバリゼーションという言葉が想起させる流動的で均一的な世界の有りように対する反感や徒労感を感じる。さらに、このようなネガティブな感覚は、人々の間で共有されることによってある種の満足感へと転化し、やがて、世界はけだるさに覆い尽くされる。

Project Phonethica は、人類の多様性を手がかりに芸術の魔力と科学テクノロジーを有機的に発動させることで、けだるいこの世界を生き抜いていくための実践的な方法を探索する。それは、2 週間に一つずつ失われていく危機的状況にある言語を収集しそれをアーカイブとして図書館や博物館にしまっておく類の保護主義的な方法ではなく、私たちが私たちの可能性そのものを圧倒的に知覚するためのダイナミックな方法でなければならない。

Project Phonethica は、意味の連鎖によって形成された社会に対し、偶然の連鎖によるオルタナティブな価値の可能性を市井の中に確率的に散種することで、爛熟したこの世界を遅しく、そして軽やかに生き抜いていくための方法を発見することを目的とする。

3. プロジェクト概要

Project Phonethica の基幹となるシステム Phonethica System は、世界中の言語の中から任意の単語と近似の音声を持つ単語(群)を探し出す。

例えば、日本語とフランス語はかなり違う種類の言語だが、「元気?」を意味する「Ça va?」というフランス語と、「鯖」(サバ)という魚の名前を表す日本語の音は実際、かなり似ている。そもそも、私たち人間の発声器官の構造は、日本人であろうとフランス人であろうとセネガル人であろうとそれほど大きく違わないため、このような異言語間での音声の偶然の一致がしばしば発生する。2カ国語以上の言葉を話す人であればおそらく誰しも、そのような例をひとつふたつは知っているだろう。そして時にはその2つの単語の意味するものがあまりに遠く、こっけいであったりする。

Phonethica System はこのような単語を、各単語の IPA¹ の近似値を比較することによって見つけ出す。さらには、その結果をインターネットに散らばる百科辞典的な情報とシームレスに関連づけることによって、その言葉を話している人達はいったいどのような人たちなのか、どのような風景の中に暮らし、どのようなものを食べ、どのような歌を歌っているのか、どのような歴史を持ち、どのような政治的状況の中を生きているのかといった、その言語を取り巻く様々な情報にダイナミックにアクセスし、それを生々しいままに体験する事が出来るようになる。一般に辞書で調べられるような異なる単語同士の意味の一致によるのではなく、たまたま偶然に近似の音を持つ単語を媒介にして、今までまったく知らなかった事柄が手に取るように見えてくる。

開発の結果

言語の間を飛び越え、音声的に近似の言葉を探し出す仕組みと、百科事典的情報へのアクセス

(一部) について、実装を完了した。

4. 開発内容

4-1. 世界言語データベース / Phonethica Database (旧名 WODI および SOME, 以下 DB ともいう)

4-1-1. フリー辞書の収集

インターネット上で展開されているライセンスフリーの世界言語辞典プロジェクトから、Phonethica で参照可能な IPA 付きの辞書を収集した。当該サイトに登録されている世界の様々な言語辞典から、IPA が添付されていることを確認できたのは以下の辞書群である。

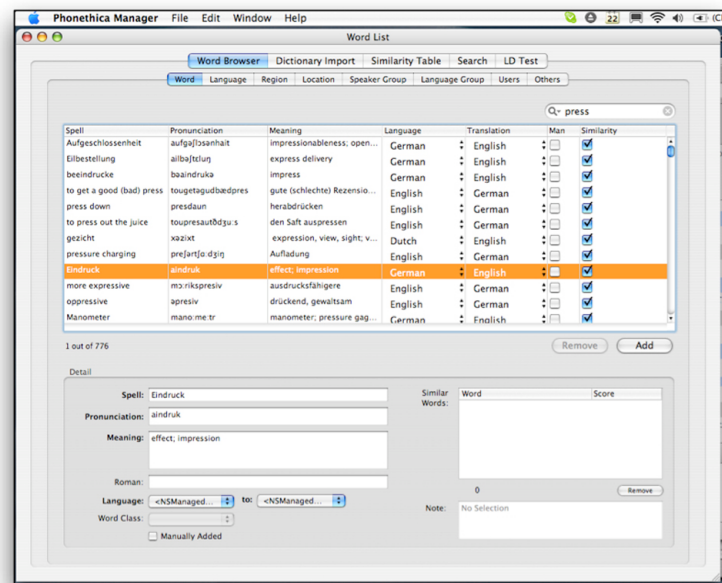


図1. Phonethica Database

French -> English / French -> Netherlands / French -> German

German -> English

English -> French, Irish, Latin, Dutch, Romanian, Russian, Spanish, Swedish, Welsh, German

Dutch -> English, German, French,

4-1-2. フリー辞書からのデータ抽出スクリプト

上記の方法により収集した辞典から、スペル、発音記号、意味の三項目を抽出するスクリプトを開発、実装した。抽出されたデータはSQLiteのデータベースに納めた(後述)。

4-1-3. IPA 付加スクリプト

ローマ字表記された日本語の辞典に、IPAを自動的に付加するスクリプトを開発し、実装した。ローマ字とIPAの対応については、三省堂「言語学大事典」を参考にした。

4-1-4. Phonethica Manager

単語・言語・背景情報の入力及び管理を行うソフトウェアを開発し、実装した。

4-1-5. DB 構造設計

SQLiteをベースに、Mac OS XのCoreData²の仕組みを使って、言語情報のみならず、その背景情報も参照可能なDBの構造設計を行い、実装した。

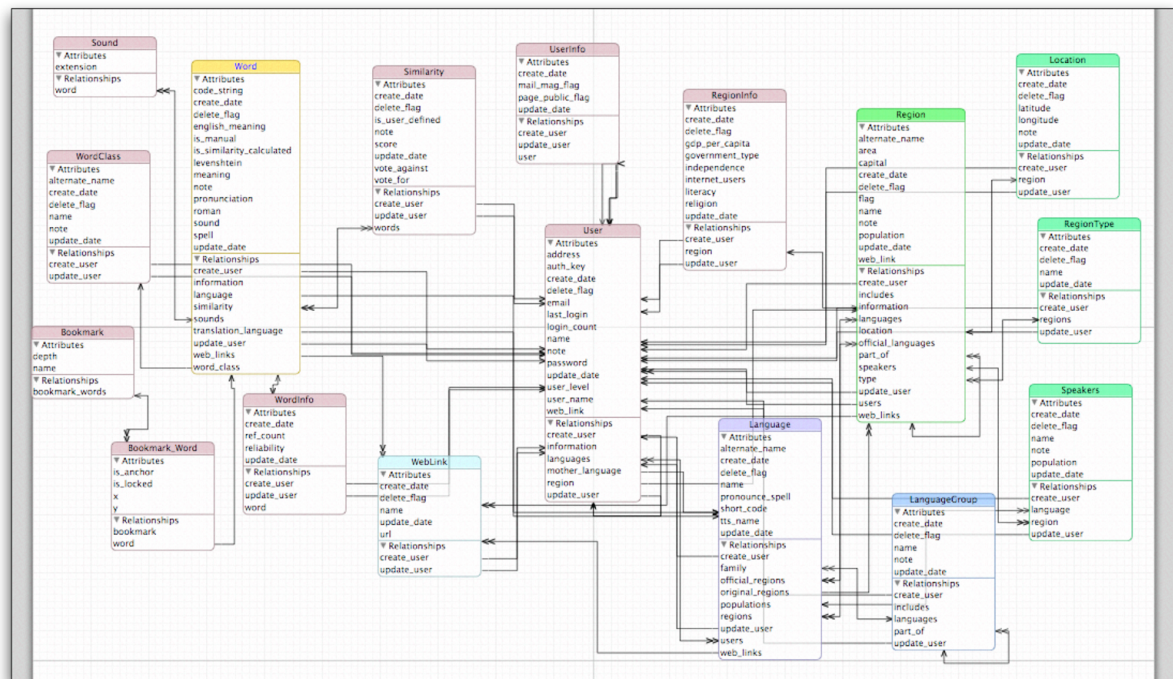


図2. Phonethica Database Architecture

4-1-6. 単語入力

三省堂の許諾を得て、「世界のことば 100 語辞典ヨーロッパ編・アジア編」から、ハンガリー語、ポーランド語、韓国語、アラビア語、ロシア語、イタリア語、ノルウェー語、アイヌ語の各データをマニュアル入力した。

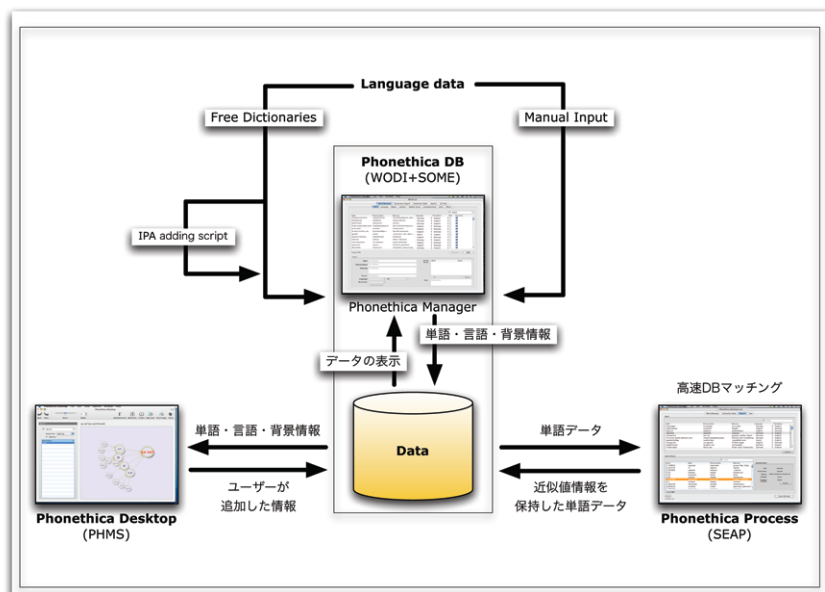


図3. データの流れ

4-2. 音声近似比較アルゴリズム/Phonethica Process (旧名 SEAP)

音声近似の比較については、それぞれの単語に付随する IPA の近似値計算を行うソフトウェアを実装した。

近似の比較には音声認識に広く用いられている DP マッチングのアルゴリズムを利用した。通常、音声認識では、音声データから特徴量を抽出し DB 内のサンプルデータとの比較を行う。本システムでは、サンプルが IPA データのみのため、各 IPA 記号間の相対的な距離を定義することで DP マッチングの計算を行った。

また、より音韻論的³な（ざっくりとした）比較を実現するために、子音と母音をひとまとまりにした上で近似値を測るアルゴリズムも併せて開発・実装した。さらに、開発当初は検索毎に行っていた近似値計算をまとめて高速に行うソフトウェアも開発した。計算された単語間の類似度のデータはDBに格納される。このことにより、検索スピードの向上を実現し、また、今後のDBの拡充にも対応した。

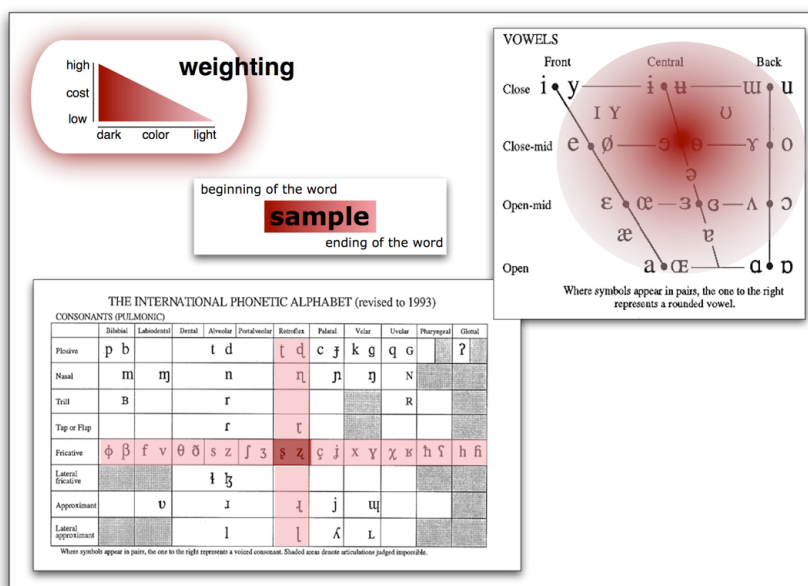


図4. IPAによる比較

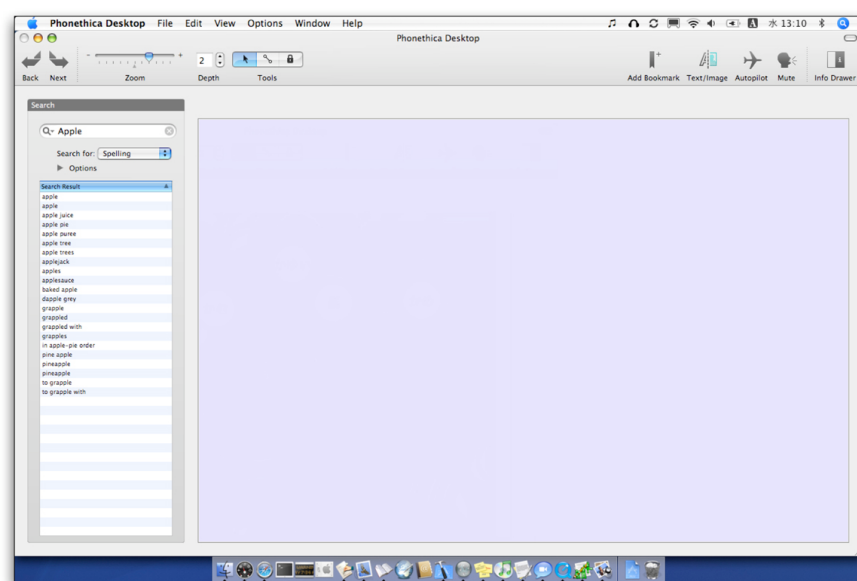


図5. Phonethica Desktop

4-3. グラフィックユーザーインターフェース /Phonethica Desktop (旧名 PHMS) Phonethica Database 及び Phonethica Process を利用するためのグラフィックユーザーインターフェースを開発・実装した。

開発当初は、OpenGL のビジュアルプログラミング環境（Quarz

Composer）を使ってインターフェースデザインを行ったが、このプログラミング環境を取り巻く状況が当初の期待に反して盛り上がりせず、また、インタラクティビティ等についても今後の拡張性がさほど望めないと判断し、これを中止した。その後は Mac OS X のグラフィック API Quartz を直接利用する形でインタフェースの開発を行った。その際、当プロジェクト共同開発者の徳井直生が 2004 年前期末踏ソフトウェア創造事業で開発を行った[Fluidio]のソースコードを参考にした。

実際の利用の流れを簡単に説明する。

ユーザが適当な単語のスペル／意味(の一部)を入力すると、ヒットした単語が画面左のリストに表示される。さらに、リスト内の単語をクリックすると、右のメイン画面にグラフィカルな表現

ユーザが選択した単語を中心とし、類似の単語をネットワーク上に表現したモード。各単語は、画面上に浮かぶオブジェクトとして表現され、相互の関係に応じてダイナミックかつシームレスに位置関係を変えていく。ユーザはダブルクリックによって次に中心となる単語を選択することで、単語間の類似のネットワークの中をスムーズに探索することができる。

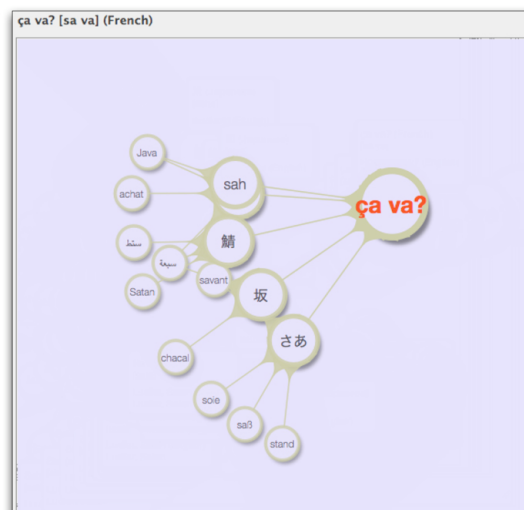


図6. ネットワークモード

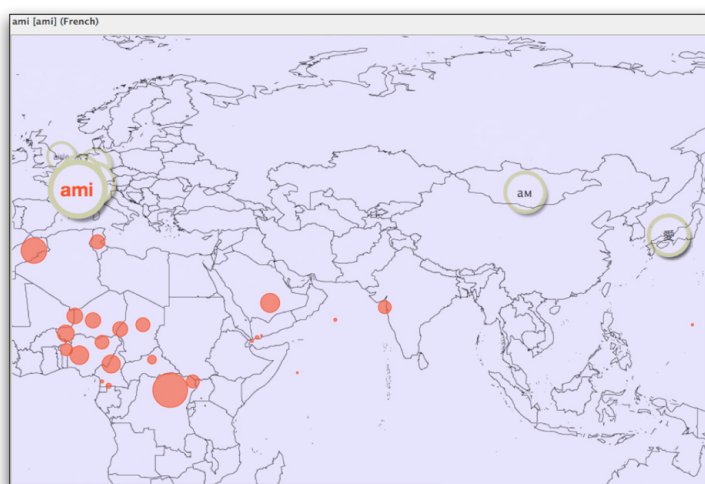


図7. 地理情報モード

二つのモードはツールバー上の切り替えボタンをクリックすることでスムーズに切り替えられる。いずれのモードにおいても、表示されている単語上にマウスを置くことで、詳細情報がポップアップバルーンとして表示されるとともに、IPA 記号をもとに合成した発音を聞くことができる。この音声合成には Acapela Group 社の開発した IPA 表記対応の Text to Speech SDK を利用した。詳細情報中の単語の意味は、オンライン辞書を利用して検索された単語の意味をユーザが選択した言語に自動的に変換する仕組みを構築した。さらに、

検索された単語に対応した画像をインターネットから検索し、単語の綴りとともにリアルタイムに表示する仕組みを実装した。これによって、より直感的かつ即時的な表示が可能になった。

B. 地理情報モード

世界地図を使って音声的に類似する単語の地理上の分布を表現したモード。ユーザが選択した単語とその類似の単語を、その単語が属する言語の発祥地の上に表示する。同時に、その言語が現在話されている地域と各地域の大まかな人口が地図上に表示される。

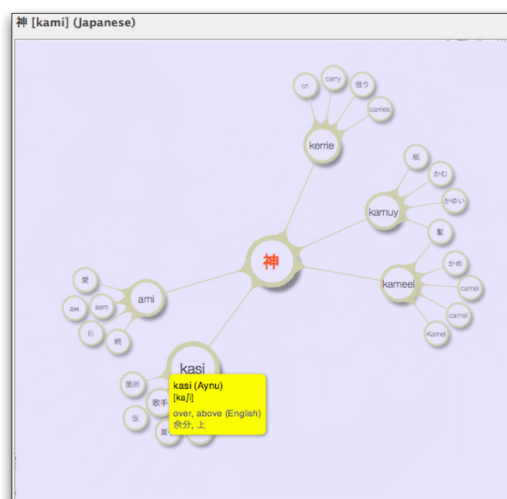


図8. ポップアップによる情報表示

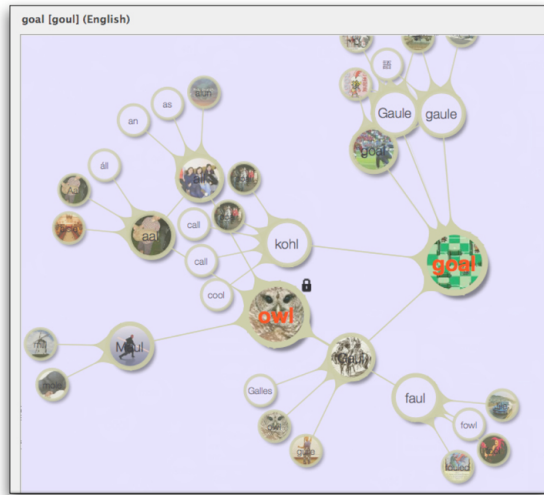


図9. インターネットを利用した画像表示

5. 開発成果の特徴

このソフトウェアは、おそらく世界で初めての、言語を飛び越えて同音語を検索できる言語辞典である。これによりユーザーは、一般に辞書で調べられるような異なる単語同士の意味の一致によるのではなく、たまたま偶然に近似の音を持つ単語を媒介にして、今までまったく知らなかった情報にアクセスすることが可能になった。例えば、何の気なしに検索した自分の名前が、今までその存在さえまったく知らなかった西インド諸島のロコノ語で「涙」を意味する言葉であることを発見したとする。そうして、その言葉を話す人々とそ

の暮らしについて、遙か想いを巡らしてみたりする。それを翌日友達と話題にするかもしれない。あるいは、続けて見つけたその地域の挨拶の言葉や習慣が何かすごく面白いものだったりしたら、それが友達の間だけで使われる新しい挨拶として、ちょっとした流行になるかもしれない。そうしているうちに誰かが、いつかそこに行ってみたいと、漠然と思うかもしれない。やがて、何年後か、何十年後かに、何かのきっかけでそのことを思い出し、一念発起してそこに出かけてみるかもしれない。偶然に誘発されてそんなことが起こりえる世界であれば、その世界にはまだいくばかの可能性がある。Phonethica System は、そのような偶然の可能性を誘発するソフトウェアである。

6. 今後の課題,展望

6-1. 今後の課題（開発中に直面した問題と、その解決方法）

6-1-1. 言語データの圧倒的な不足

世界規模で拡大するデジタルデバイト（情報格差）を象徴するかのように、Phoenthica アプリケーションの要求する条件（デジタルデータであり且つ発音記号を持っている辞典）を満たす中規模以下の言語辞典を見つけることがほとんど出来なかった。

解決方法

プロジェクトのウェブサイト（現在構想中）を立ち上げ、世界中の人々がそれぞれの言葉をアップロードできる仕組みを開発し、これを実装する。

6-1-2. 音声近似値比較アルゴリズムの精度向上の限界

対応言語の種類が増えれば増えるほど、音声近似値比較アルゴリズムの精度が落ちる。これは、一つ一つの言語がその発音法則に多くの例外を持っているからであり、今後さらに言語の種類が増えていくことを鑑みると、このままトライアンドエラー方式でパラメータを調整しつづけていくにはおのずと限界がある。

解決方法

プロジェクトのウェブサイトにおいて、検索の結果に対しユーザーが投票できる仕組みを実装する。「似てる」と判断された単語同士の関係にはポイントが付加され、「似てない」と判断された関係からはポイントが減ぜられる仕組みをつくることで、従来の音声近似比較アルゴリズムに格段の進歩を期待できる。

6-2. 今後の展望

6-1 で示したように、開発に際して問題となった案件については、ウェブサイトを適切に開発・運用することで解決の見通しがたつた。今後は、国際的なヒューマンネットワークを構築しながら言語及びその背景情報の充実を図ると共に、プロジェクト全体としては美術館等でのインスタレーションやプレゼンテーションを積極的に行うほか、将来的には国際宇宙ステーションにおけるエンタテインメントアプリケーションとして発展させることも見据えている。

7. 実施計画書内容との相違点

開発案件の名称変更

WODI+SOME → Phonethica DB

SEAP → Phonethica Process

PHMS → Phonethica Desktop

として実装し、Phonethica System に統合した

8. 開発分担

プログラミング全般を共同開発者の徳井直生が担当し、遠藤拓己はそれ以外の業務及び全体のディレクションを担当した。

9. 開発期間中に、以下の各所にて発表を行った。

(1) ICHIM / International Cultural Heritage Informatics Meeting : 国際文化遺産情報化会議 / Transmissions 部門にて展示 / 発表者：遠藤拓己、徳井直生 / 2005 年 9 月 22 日, 23 日 / Paris, France.

(2) RE:Activism / Re-drawing the Boundaries of Activism in a new media environment / Exhibitions 部門にて展示 / 発表者：遠藤拓己 / 2005 年 10 月 14 日, 15 日 / Budapest, Hungary.

(3) Dorkbot / People Doing Strange Things With Electricity / プレゼンテーション / 発表者：徳井直生 / 2005 年 10 月 2 日/東京.

(4) DAAD Gallery / プレゼンテーション / 発表者：遠藤拓己 / 2005 年 11 月 21 日 / Berlin, German.

(5) Technische Universitat Berlin / レクチャー及びプレゼンテーション / 発表者：遠藤拓己 / 2005 年 11 月 24 日/ Berlin, Germany.

(6) Transmediale 06 +Tesla / 公開制作及びプレゼンテーション / 発表者：遠藤拓己 / 2006 年 2 月 3 日-2 月

25 日 / Berlin, Germany.

(7) Sony CSL Paris / プレゼンテーション / 発表者：遠藤拓己, 徳井直生 / 2006 年 2 月 21 日 / Paris, France.

10. 付録（用語説明, 関連 Web サイト等）

10-1. 用語説明

[1] IPA

国際音声記号（International Phonetic Alphabet）は、あらゆる言語の音声を文字で表記すべく、国際音声学会が定めた音声記号である。国際音声字母、万国音標文字とも言う。

[2] CoreData

CoreDataとは、Mac OS X上でのデータモデルの作成、データオブジェクトの管理などを一般化したシステム。XML, binary, SQLiteの3つのDBフォーマットが利用できるが、スピードとスケーラビリティを考慮して、SQLiteを採用した。

[3] 調音音声学／音韻論

Phonethicaでは、特定の言語によらず音の類似性を比較することを試みており、調音音声学的な音声表記であるIPA記号を利用している点からも、調音音声学的な類似性に着目しているといえる。しかし、実際にシステムを利用する人間側からいうと、似ている／似ていないという判断は、その人が無意識的に保持する音韻体系に基づくものであることが多い（Phonethicaの例でよく挙げる Ça vaと鯖の類似性も音韻論的な類似である）。

[4] 聴音音声学（articulatory phonetics）とは、音声の生理的な産出法に基づいて、特定の言語に依存しない客観的な音声の分類法である。一方で、音韻論（phonology）は個別言語の観点から音声を分類／記述することを目指す。例えば、日本語のサ行の音は、聴音音声学的には、サ [sa], シ [i], ス [s], セ [se], ソ [so]と記述され、シとそれ以外のサ行の音は別の子音を持つ。しかし、日本語の話者にとっては、サ行の音はすべて同じ音韻（s）を持つように感じられる。調音的には大きく異なる l と r, あるいは b と v の音が、日本語の話者にとって似通って聞こえるのも、日本語の音韻体系が両者の区別を認めないために、脳における音声情報の処理過程が両者の違いを積極的に無視するように組織化されているためである。

10-2. 関連 Web サイト

プロジェクトウェブサイト：<http://www.phonethica.net>

遠藤拓己ウェブサイト：<http://www.inexhale.net>

徳井直生ウェブサイト：<http://naotokui.com>

10-3. リファレンス

All Free Dictionaries Project. <http://dicts.info>

Crystal David. The Cambridge Encyclopedia of Language. Cambridge University Press. (1997).

Dawkins Richard. The Selfish Gene. Oxford University Press.(1990).

International Phonetic Association. A Guide to the Use of the International Phonetic Alphabet. Cambridge: Cambridge University Press. (1999).

Krauss, Michael. The world's languages in crisis. Language 68/1:4-10. (1992).

Science. Evolution of Language. (February 2004).

Shaeffer, Sheldon. Language Development and Language Revitalisation :An Educational Imperative in Asia. Conference on Language Development, Language Revitalization, and Multilingual Education in Minority Communities in Asia November 6-8, 2003, Bangkok, Thailand. (2003).

Wayt Gibbs. "Saving Dying Languages" in Scientific American. pp. 80 (August, 2002).

千野栄一他編. 言語学大辞典. 三省堂 (1988-1996)

田窪行則他著. 音声. 岩波書店 (2004)

杉山公造著, 社団法人計測自動制御学会編. グラフ自動描画法とその応用. コロナ社 (1993)

吉井貞熙. 音声情報処理. 森北出版株式会社 (1998)