

Squeak Trek - Adventures with World-Stethoscopes

世界聴診器をめぐる冒険

1 背景

コンピュータを用いた教育において、既成のアプリケーションを利用する方法を習得するだけでなく、数学や科学に対するリテラシーを育成することへの期待が高まっている。例えば、コンピュータで科学実験を行うための製品として、センサやデータロガーなどが市販されているが、その多くは高価で、専用のアプリケーションを必要とするものや、インタフェースが公開されていないものが多く、手軽に利用することが難しかった。

2 目的

このような状況に対して、リアルタイムに外部からのデータの取り込みを行う安価な装置と、これを簡易なスクリプト環境で利用するためのソフトウェアを提供することで、コンピュータの利用方法を拡張することが、本プロジェクトの目的である。そのために、さまざまな物理現象をセンサで取り込みこれを音に変換するハードウェアと、得られたデータをスクリプトで利用するためのソフトウェアを開発して、実世界とコンピュータの世界とをつなぎ、子供たちが科学実験を行うための環境を開発した。

なお、本プロジェクトを進めるにあたり以下のように方向付けを行った。

- どのようなコンピュータでも利用が可能である
- 世界聴診器の構造は単純で、安価なものとし、可能ならば誰でも製作できるようなものとする
- 低水準のデータ収集/解析の仕組みを公開し、これを用いて創意工夫する機会を提供する
- 自由に測定を行い、その結果の交換や共同作業ができる

3 開発の内容

3.1 世界聴診器

センサからの信号を音声信号に変換し取り込むための装置として、VF 変換機(以下、世界聴診器)を開発した(図 1)。世界聴診器には温度、光、汎用(電圧)の 3 種類のセンサが用意されている。



図 1 世界聴診器

この世界聴診器を製作するために必要な回路図や部品表などの情報はすべて後述の Web サイトで公開している。

世界聴診器の特性を表 1 に示す。

表 1 世界聴診器の特性

センサ種類	入力信号		出力信号	
	最小	最大	最小	最大
温度センサ	-10 C (14 F)	100 C (212 F)	300 Hz	3000 Hz
光センサ	10 lx	10000 lx	200 Hz	3000 Hz
電圧センサ	0 V	3 V	0 Hz	3000 Hz

3.2 スクリプト環境

世界聴診器からの信号は音声信号であり、これを FFT のアルゴリズムを用いて、周波数とレベル値に解析する。この結果を表示・操作するために、Squeak Etoy のアーキテクチャに準じて、Etoy のタイルを開発した(図 2)。



図 2 解析結果のタイル

Etoy のタイルはスクリプトにおける基本要素であり、言語における単語に相当する。これを自由に組み合わせ、また、処理のアルゴリズムを記述することにより、Morph と呼ばれるオブジェクトを操作することができる。そうしたアプリケーションの画面例を図 3 に示す。

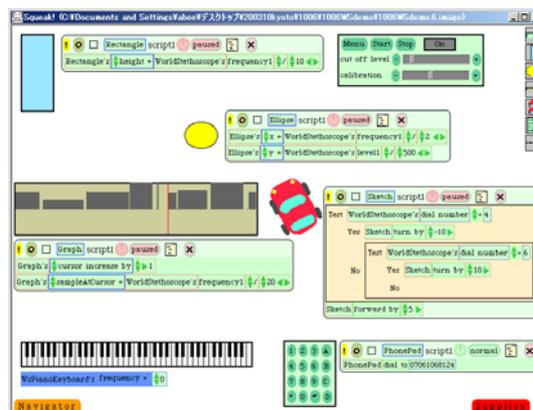


図 3 アプリケーション画面例

なお、子供が利用することを考慮して、各種のメニューやラベルについては、英語に加えて日本語での表示に対応している。これには平成十四年度の未踏ソフトウェア創造事業において、大島芳樹氏が開発した多言語化 Squeak を用いている。

こうしたアプリケーションとして、「レモン電池」や「光の強さと距離の関係」など科学実験と組み合わせ、シミュレーションを行うものも開発し検証した。これらの例を踏まえ、実際に子供を対象として、ワークショップを実施し、様々な利用方法を確認した。また、平成十四年度の未踏ソフトウェア創造事業にて開発された NetMorph ネットワーク環境とのインテグレーションを行い、遠隔地にあるマシンでの測定結果をリアルタイムで通信して得たり、複数名で同時に一つの Morph を操作したりするコラボレーションが可能となっている。

4 従来の技術（または機能）との相違点

従来のセンサ利用のソフトは、「計測」という目的が定められた専用ソフトを前提とするものが多いが、世界聴診器と Squeak Etoy 環境の組み合わせは、単純なデータ計測という範囲を超えて、想像力を引き出し自由なプログラミングやオーサリングを可能としている。

また、世界聴診器は「音」への変換を行うものであり、特殊なデバイスインタフェースを必要としない。これは、ソフトウェアという観点からは、ユーザに対して音声処理プログラミングという面での様々な課題や可能性を提供するものであり、一方、デバイス自体については単体にて利用することも可能であり、音楽教育・ワークショップなどで利用することもできる。

5 期待される効果

教育での利用という面において、「マニュアルを読んでそれに従う」というあり方から、科学実験などにおいて、「如何にコンピュータを利用するか」、また、「コンピュータを利用して何ができるか」という本来のリテラシー育成の効果が期待される。

一方、コンピュータサイエンスの面においても、限定されたインタフェースと操作環境しか持たない現在のアーキテクチャに対して、新たなインタフェースの開発と、ユーザ自身による操作環境の開発やシミュレーション、表現メディアとしての利用の可能性を提供している。

なお、子供達に、世界聴診器というデバイスに触れ、また、これを製作するなどの機会を通じて、電子工学技術についての興味や関心を与えるという効果も、付随的ではあるが期待されるものである。

6 普及（または活用）の見通し

子供達を対象としたワークショップが株式会社 CSK CAMP 大川センターにて行われているが、この一つとして世界聴診器を利用したワークショップが開催された。今後、このようなワークショップでの利用や、また、学校教育においても科学実験や総合学習にて利用されることが期待される。

この際に、世界聴診器の入手方法について、組み立て前のプリント基板として提供している。この場合のコストは、基板 1 枚あたり約 1,500 円、部品を含めた場合で約 5,000 円であり、個人でも購入しやすい価格となる。

なお、世界聴診器については、センサ種別の追加や、小型化、簡易化などいくつかの課題もあり、新しいバージョンの開発が望まれるが、これについても、Squeak の開発者である John Maloney 氏、Ned Konz 氏らから、世界聴診器のアイデアを元に独自に改良した装置をアメリカで開発したいとの提案があった。他にもドイツや

アメリカのコロンビア大学での評価が始まっている。また、国内の電子教材メーカーからも打診を受けている。このような広がりが生まれることが今後期待される。

最後に、本プロジェクトに関わる成果物および関連情報についての一般公開と、ユーザとの対話やコラボレーションを促進するために、インターネット上に情報ポータルサイトを開設している。これには、Squeak で構築された Swiki を用い、現在も情報と意見交換が行われている。なお、2004 年 2 月 18 日時点において約 4,400 のページビューがあり、約 2,200 人の訪問者がある。

7 開発者名（所属、e-mail アドレス）

- 阿部 和広（(有)ビューポイントテクノロジー abee.abe@nifty.ne.jp）
- 林 徹也（tetha@st.rim.or.jp）
- アートテクノ有限会社（info@a-techno.com）

（参考）

- URL: <http://swikis.ddo.jp/World-Stethoscope>
上記の世界聴診器についてポータルサイト
- URL: <http://www.eggegg.co.jp/~tango/wshp/wsmain.html>
山本徹氏による解説記事
- URL: <http://www.academianetwork.co.jp/service/stethoscope/>
世界聴診器の入手方法

本プロジェクトを進めるにあたって、以下の方々やその他多くの皆様の多大なご協力とご尽力をいただきました。この場をお借りして改めて御礼申し上げます。世界聴診器についてユーザの立場から適切な助言と、ロゴマークやケースのデザインしていただいた山本徹氏。プリント基板の組み立てを指導していただいた学校法人ビジュアルアーツ専門学校大阪の木村光一先生、学生の川畑佑介氏、池田和俊氏。CAMP でのワークショップを開催していただいた森秀樹氏。そして、実際に世界聴診器を利用してくれたワークショップ参加者の子供たち。最後に、本プロジェクトをはじめ、日本におけるコンピューティング環境の進歩と研究に尽力され、2004 年 2 月に急逝された京都大学の上林弥彦教授へ感謝とご冥福をお祈りいたします。