

未踏の第23期 スーパークリエイターたち

竹内 郁雄 IPA 未踏 IT 人材発掘・育成事業 統括プロジェクトマネージャ

未踏事業で採択され、優れた成果や成長を示した人々を未踏スーパークリエイターと呼ぶ。この認定は今年で23回目となる。突出した才能を持つスーパークリエイター、あるいは惜しくもスーパークリエイターにならなかったけれど素晴らしい人材を広く産業界や学界に知っていただきたい、というのがこの年次報告の狙いである。

第23期の未踏クリエイターは計30名(16プロジェクト)で、そのうちの15名がスーパークリエイターとして認定され、認定率が50%になった。昨年43.5%で史上最高になったのをあっさりと抜いてしまったことになる。右肩上がりで推移している未踏の応募倍率は、2016年度(第23期)に10倍を超えた。基礎倍率が上がってきているのだから、スーパークリエイターの認定率が上がるのは当然といえよう。なお、プロジェクト件数でカウントすると10/16なので、プロジェクトとして高く評価されたものの比率はさらに高くなる。

採択テーマは年度ごとに傾向が変わるが、第23期はいわゆる「低レイヤ」案件が特異的に多かった。若い人々(25歳未満)が骨のある「低レイヤ」に取り組んでくれているというのは、日本の基礎体力もまだまだ捨てたものではない。これは最終報告会(DEMO DAY)を聞いた多くの方々の感想だった。

例によってクリエイターを名前の50音順に紹介し、最後に竹内個人の記憶に残ったクリエイターについて簡単に紹介する。今期は紹介すべきプロジェクトが多いので、図版は各プロジェクト2枚に制限した。

■ いしい かける あきさわ かずふみ おおたに たくみ しるやま けんと
石井 翔, 秋澤 一史, 大谷 拓海, 城山 賢人

Grimoire.js : Web 開発フローと親和する Web3D ライブラリ^{☆1}

Web 関連の技術の発展は目覚ましい。WebGL もその1つで、これによって Web で非常に高度、かつインタラクティブな映像表現が可能になった。しかし、WebGL はグラフィクス(CG) 開発者用の技術をベースにしているため、Web 開発者のパラダイムとは大きく外れてしまっており、非常に使いづらかった。

石井君たちが開発した Grimoire.js は、この2つのパラダイムを適切に結びつけるフレームワークである。これにより、従来の Web 開発のワークフロー上で WebGL を用いるハードルを下げ、WebGL を Web 開発者の「新たな筆」とすることができた。ちなみに、grimoire (グリモア) はフランス語で奥義書とか魔導書という意味である。

Web 開発者にとっては、慣れ親しんだ HTML から離れた記述は厄介である。そこで、HTML に近い役割を WebGL 上で実現するためのマークアップ言語 GOML を策定した(図-1)。さらに、JavaScript 側の API として最も基本的な値の変更とイベントベースの処理を、既存の Web ライブラリとして有名な jQuery に近い書き方で記述できるような API を開発した。

このプロジェクトは、単に Web 開発者に対する WebGL の敷居を下げただけでなく、CG 開発者に、

☆1 <https://grimoire.gl/>



図-3 最終プロトタイプでトマトの鮮度を測っているところ。1個につき対角線方向に4カ所測る

最終的にできた装置を図-3に示す。イヤホンをスピーカとして使い、スマホに利用されている小型のシリコンマイクがこの白い箱の側面に並べて取り付けである。ここに測定する農作物(ここではトマト)を軽く当てると、スピーカから出た音の反射音をマイクが拾う。

プロトタイプの版を重ねるたびに多くの工夫がなされた。スピーカから出す音は結局、100Hzから10kHzの音を1秒間に線形、あるいは指数的にスイープする。トマトは5kHz～6kHzに敏感だが、それ以外の周波数も判定には寄与する。

測定結果の判定の機械学習には最終的には、識別性能と速度の優れていたSVR(サポートベクタ回帰)を用いた。途中、参照のために硬度計、また音と振動を同時に出す音振動プローブも用いた。

片岡君の実家はトマト農家でみかんも作っている。ご両親は未踏のためならと、特別なトマト栽培ハウスを用意してくれた。これで素性の知れた多数のトマトを測定することができ、十分なデータが集まった。図-3のような測定を数千回は行った計算になる。

最終プロトタイプの性能は、ちょっと想像を超える精度となった。トマトは35日を冷蔵保管寿命として測定実験をしたところ、貯蔵日数の測定誤差は0.4日以内、トマトよりも測りにくそうなミカンでは、貯蔵日数の誤差が0.5日以内だった。硬度はこれほど正確ではないが、相関は認められた。ミカンはそもそも硬度の測定自体が不安定だ。

こういう機械を普及させるのは無理筋なので、プロトタイプで確認が取れたところで、スマホアプリにす



図-4 WebアプリVEGFRの結果出力画面

る改良を現在行っている。

また、この測定をWeb環境で行えるページも開発した。片岡君は元来バリバリとプログラムを書いてきた人ではないので、UI/UXの作り直しを何回かしたようだが、このページを見ると、ほのぼのとした、いかにも測定したくなりそうなUI/UXに仕上がっている。測定結果を示すページを図-4に示す。画面の左半分が測定結果で、右半分は測定して分かった鮮度に相応しいレシピをcookpadから検索して紹介している。

ここまでできたからには、ほかの野菜や果物に拡張し、スマホでいつでも手軽に鮮度測定ができるようにしてほしい。(首藤一幸 PM 担当)

きむら れん
木村 廉

KAP: 高効率カーネルソフトウェアデバッグ^{☆3,4}

間違いがないはずだと思っても、ソフトに虫は尽きない。なのでデバッグが使われるが、OSの中のドライバなどには通常のデバッグでは対応できない。これに対処できるのが、カーネルデバッグである。

木村君が開発した一連のデバッグシステムKAP(Kernel Analysis Platform)は、全体として図-5のような構造をしている。

デバッグ対象が実行されるバックエンドに仮想マシンベースの「QEMU改」と、実機ベースで高速に実行

☆3 <https://github.com/KernelAnalysisPlatform/KlareDbg>
☆4 <https://github.com/KernelAnalysisPlatform/kvalgrind>

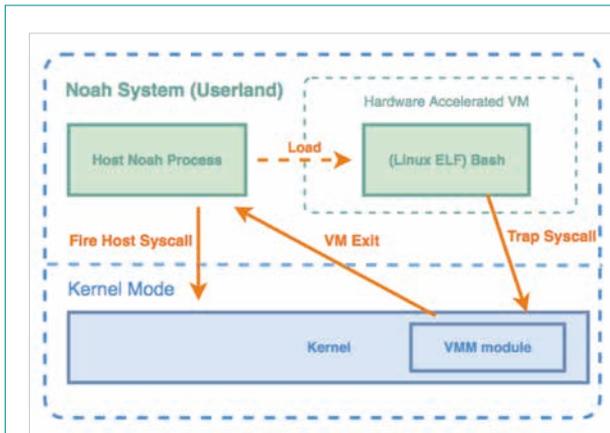


図-7 Noahの位置付けと機能

for Linux (WSL) を発表し、Linux のバイナリがそのまま Windows で動くようになった。

佐伯君たちの当初の提案は、Windows の上で Linux のバイナリ互換性を実現することだったが、提案後に WSL が発表されたため、急遽 macOS 上での Linux バイナリ互換性に方針転換をすることになってしまった。しかし、禍(?) 転じて福となす、ではないが、これが最後の大きな「穴」を埋めることにつながった。

macOS で Linux バイナリ互換が達成されれば、Linux マシンはもちろん、Windows, FreeBSD といった現在メジャーな OS ですべて Linux のバイナリがそのまま走る。これは裏返せば、実際面での非互換性のため標準規格としてあまり機能していないと思われる POSIX に代わって標準規格として、Linux 自体が通用するという意味を意味する。

しかし、バイナリ互換にするために OS 自体に手を入れないといけないのでは嬉しくない。佐伯君たちのアイデアはその点で抜かりがない。彼らは当初「底の抜けたハイパーバイザ」と呼んでいたが、macOS のハイパーバイザ用ライブラリを用いることにより、Noah を立ち上げる。Noah は Linux の ELF (実行形式) バイナリをその中にロードするなどして環境を整える。ここで注意すべきは Noah 内にはカーネルコードが一切読み込まれていないことである。つまり、Linux バイナリ互換を実現する Noah はユーザランドでしか動かないプログラムなのだ。その位置付けと機能を図-7 に示す。

Noah の中で動く Linux バイナリの命令のうち、必

	対象OS	バイナリ互換	カーネルの修正不要	高親和性
Noah (本システム)	macOS*	✓	✓	✓
仮想マシン	全てのOS	✓	✓	✗
WSL	Windows	✓	✗	✓
Linuxulator	FreeBSD	✓	✗	✓
Cygwin	Windows*	✗	✓	✓
MinGW+MSYS2	Windows*	✗	✓	✓

表-1 Noahの関連システムとの比較

要なものを Noah がフックする。そして、それが I/O などのように macOS に依存しないといけない場合は、Noah が代理で macOS にシステムコールを投げる。その結果をあたかも Noah が実行したかのようにして元のプロセスに返す。考え方は単純だが、macOS ネイティブと高い互換性を取って性能を担保するようにたくさんの工夫がなされている。たとえば、プロセスフォークは、そのまま macOS に 1 対 1 対応したプロセスフォークを依頼する。こうすると、Noah は一切のスケジューリングをしなくてすむ。

こうして macOS と高親和で、かつカーネルをいじらないことから、別の OS への移植も難しくないと利点が出てくる。当然、性能も macOS に親和しているので、Linux ネイティブに比べてざっといって 10% も落ちない。表-1 に関連システムの比較表を示す。

プロジェクト期間中にどこまでのことができたかをざっと示すと、Ubuntu, Arch Linux のパッケージシステムが動作可能になった。これのおかげで、macOS 上で Linux のビルドが可能になったのは特筆すべきだろう。perl, ruby, gcc も動いた。さらに X アプリも動くようになった。プロジェクト初期のデモではしょっちゅう止まっていたのにと、感心する。

Windows から急遽 macOS にピボットして大変だったはずだが、2 人の役割分担と協調も見事だった。あとは、デバッガなどの特殊なアプリを動作可能にし、国際的な普及を進めることが残っている。

(竹迫良範 PM 担当)

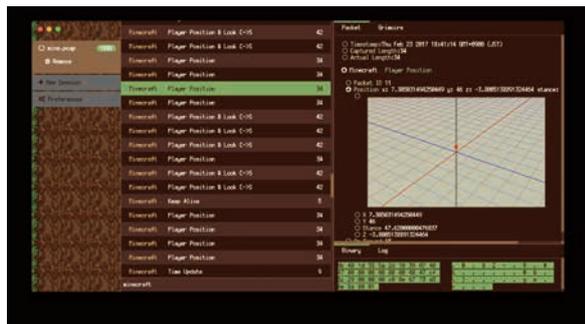


図-10 マイクラフトゲームを遊んでいるときの packets をキャプチャして表示した画面。パケットの中の3D座標が表示されている



図-11 Dripcapの象徴的スライド

はしもと ろん
■ 稿本論

Dripcap : Web 技術を利用したモダンなパケットアナライザ^{☆7}

パケットアナライザとは文字どおり、ネットワークを流れるパケットを解析するツールである。近年、IoT やモバイルコンピューティングの性能を上げるために汎用プロトコルではない、利用目的に最適化したプロトコルの設計が必要になってきている。実際、アプリケーション層のプロトコルでもバイナリプロトコルが採用されるようになってきているが、こうなると高性能かつ拡張性に優れたパケットアナライザが必要になる。

世の中には有料・無料の多数のパケットアナライザが存在する。しかし、オープンソースソフトでは事実上 Wireshark しかない。ただ、20 年前からある Wireshark は設計が古く、マルチコア非対応で、C 言語の API のためプロトタイピングがしにくい、また、拡張機能をプログラミングするのが Lua 言語なので遅い。

このような背景のもと、稿本君が開発を進めた Dripcap は、Wireshark をほとんどの面で凌駕することになった。それは以下の特徴を見ればすぐ分かる。

- (1) Web 上で使えるアナライザであり、HTML、CSS、JavaScript で GUI を自由に構築できる。
- (2) ECMAScript 6 でパケットの解析機能を拡張でき、JavaScript との親和性が高い。
- (3) モジュール化が徹底しており、ワンクリックで npm (JavaScript のパッケージ管理システム) に

^{☆7} <https://github.com/dripcap/dripcap>

登録したプラグインがインストールできる。

- (4) マルチコアに最適化しており、複数の JavaScript スレッドのパケットを並列処理している。またパケットを選択表示するためのディスプレイフィルタも効率の良い方法を採用したので、全体としてディスプレイフィルタの速度が Wireshark の 2.5 倍になった。また、複数の解析パスを並列実行できるので、不明のプロトコルを複数通りに解析し、確信度の高いものを選択することができる。
- (5) macOS, Linux, Windows に標準で対応するクロスプラットフォームソフトである。パケットアナライザはセキュリティ上のリスクがあるので、OS ごとに Dripcap のインストールを簡単に行えるように工夫した。
- (6) すべてのソースをオープンソース (MIT ライセンス) で GitHub 上に公開している。なんと、すでに 1,400 以上のスターを獲得している。実際、パッケージを作成すれば、誰でもライセンスを自由に選択した上で、Web 上のレジストリに登録できる。

上記の特徴を端的に表している画面を図-10に示す。右側にパケットアナライザらしからぬ 3D の窓がある。解析の自由度が高いので、パケットのフィールドに 3D 座標が含まれている場合に、新しいデータ型を作ってメタデータとして設定でき、その結果、アナライザの画面上にアプリケーション固有のデータを視覚的に分かりやすく表示できるのである。

順番が後先になったが、Dripcap のデザインが伝わる図を図-11に示す。上部にあるのが Dripcap のロゴである。図-10とも共通するが、画面の各パー

ト(コンポーネント)を自由に選べ、その見え方(テーマ)も自由に設定できる。お気づきのようにデザインセンスが素晴らしい。それもそのはず、梶本君は美術大学出身なのである。美大出身でこの技術力はなんだ!と驚かされる。

(竹迫良範 PM 担当)

ふじさか ゆうじ

藤坂 祐史

Recoco : 聞き返しやすいボイスメモアプリ^{☆8}

授業や講演、ミーティング、発表会、取材などでボイスレコーダを使って音声記録を残すことはよく行われているが、実はあまり聞き返されていない。音声を録音しただけでは一覧性がなく、必要なところだけを聞き返すのが面倒だからだ。

iOS 10以降のiPhone等で動作するRecocoは、録音しながら自動的に音声認識(日本語、英語、中国語が選べる)を行い、ユーザが行う単純な実時間のタグづけをキーとして、聞き返しの手がかりとなる情報を、録音された音声と紐づけて再生時に可視化するというコンセプトが基本である。

図-12にRecocoの記録画面を示す。左側に波形画面が流れているが、ここで無音になったところか、一定の分量を超えたところ(1分ほど)で、発音の区切りとして、テキスト化された発言がタイムライン上に区切られて並んでいく。

ユーザは話を聞きながら、大切なポイントだと判断したり、後でもう一度確認したいと思ったりしたときに、画面の下にある3つの大きなボタンを使って瞬時にタグ付けを行える。3つのボタンは「区分け」、「ToDo」、「お気に入り」という大きな分類に対応していて、ボタンを押すと、タグに関する少し細かい説明のボタンが現れる。たとえば、「区分け」のボタンを押すと、「背景」、「目的」、「手法」、「まとめ」といった



図-12 Recocoの記録画面。赤枠は説明用のもの

Figure 13: Recoco playback screen. The right side shows a detailed view of a selected text segment with a zoomed-in waveform. Labels point to 'レクセツン' (Lesson), '07:56:10', '07:56:11', '07:56:12', '07:56:13', '07:56:14', '07:56:15', '07:56:16', '07:56:17', '07:56:18', '07:56:19', '07:56:20', '07:56:21', '07:56:22', '07:56:23', '07:56:24', '07:56:25', '07:56:26', '07:56:27', '07:56:28', '07:56:29', '07:56:30', '07:56:31', '07:56:32', '07:56:33', '07:56:34', '07:56:35', '07:56:36', '07:56:37', '07:56:38', '07:56:39', '07:56:40', '07:56:41', '07:56:42', '07:56:43', '07:56:44', '07:56:45', '07:56:46', '07:56:47', '07:56:48', '07:56:49', '07:56:50', '07:56:51', '07:56:52', '07:56:53', '07:56:54', '07:56:55', '07:56:56', '07:56:57', '07:56:58', '07:56:59', '07:57:00', '07:57:01', '07:57:02', '07:57:03', '07:57:04', '07:57:05', '07:57:06', '07:57:07', '07:57:08', '07:57:09', '07:57:10', '07:57:11', '07:57:12', '07:57:13', '07:57:14', '07:57:15', '07:57:16', '07:57:17', '07:57:18', '07:57:19', '07:57:20', '07:57:21', '07:57:22', '07:57:23', '07:57:24', '07:57:25', '07:57:26', '07:57:27', '07:57:28', '07:57:29', '07:57:30', '07:57:31', '07:57:32', '07:57:33', '07:57:34', '07:57:35', '07:57:36', '07:57:37', '07:57:38', '07:57:39', '07:57:40', '07:57:41', '07:57:42', '07:57:43', '07:57:44', '07:57:45', '07:57:46', '07:57:47', '07:57:48', '07:57:49', '07:57:50', '07:57:51', '07:57:52', '07:57:53', '07:57:54', '07:57:55', '07:57:56', '07:57:57', '07:57:58', '07:57:59', '07:58:00', '07:58:01', '07:58:02', '07:58:03', '07:58:04', '07:58:05', '07:58:06', '07:58:07', '07:58:08', '07:58:09', '07:58:10', '07:58:11', '07:58:12', '07:58:13', '07:58:14', '07:58:15', '07:58:16', '07:58:17', '07:58:18', '07:58:19', '07:58:20', '07:58:21', '07:58:22', '07:58:23', '07:58:24', '07:58:25', '07:58:26', '07:58:27', '07:58:28', '07:58:29', '07:58:30', '07:58:31', '07:58:32', '07:58:33', '07:58:34', '07:58:35', '07:58:36', '07:58:37', '07:58:38', '07:58:39', '07:58:40', '07:58:41', '07:58:42', '07:58:43', '07:58:44', '07:58:45', '07:58:46', '07:58:47', '07:58:48', '07:58:49', '07:58:50', '07:58:51', '07:58:52', '07:58:53', '07:58:54', '07:58:55', '07:58:56', '07:58:57', '07:58:58', '07:58:59', '07:59:00', '07:59:01', '07:59:02', '07:59:03', '07:59:04', '07:59:05', '07:59:06', '07:59:07', '07:59:08', '07:59:09', '07:59:10', '07:59:11', '07:59:12', '07:59:13', '07:59:14', '07:59:15', '07:59:16', '07:59:17', '07:59:18', '07:59:19', '07:59:20', '07:59:21', '07:59:22', '07:59:23', '07:59:24', '07:59:25', '07:59:26', '07:59:27', '07:59:28', '07:59:29', '07:59:30', '07:59:31', '07:59:32', '07:59:33', '07:59:34', '07:59:35', '07:59:36', '07:59:37', '07:59:38', '07:59:39', '07:59:40', '07:59:41', '07:59:42', '07:59:43', '07:59:44', '07:59:45', '07:59:46', '07:59:47', '07:59:48', '07:59:49', '07:59:50', '07:59:51', '07:59:52', '07:59:53', '07:59:54', '07:59:55', '07:59:56', '07:59:57', '07:59:58', '07:59:59', '08:00:00', '08:00:01', '08:00:02', '08:00:03', '08:00:04', '08:00:05', '08:00:06', '08:00:07', '08:00:08', '08:00:09', '08:00:10', '08:00:11', '08:00:12', '08:00:13', '08:00:14', '08:00:15', '08:00:16', '08:00:17', '08:00:18', '08:00:19', '08:00:20', '08:00:21', '08:00:22', '08:00:23', '08:00:24', '08:00:25', '08:00:26', '08:00:27', '08:00:28', '08:00:29', '08:00:30', '08:00:31', '08:00:32', '08:00:33', '08:00:34', '08:00:35', '08:00:36', '08:00:37', '08:00:38', '08:00:39', '08:00:40', '08:00:41', '08:00:42', '08:00:43', '08:00:44', '08:00:45', '08:00:46', '08:00:47', '08:00:48', '08:00:49', '08:00:50', '08:00:51', '08:00:52', '08:00:53', '08:00:54', '08:00:55', '08:00:56', '08:00:57', '08:00:58', '08:00:59', '08:01:00', '08:01:01', '08:01:02', '08:01:03', '08:01:04', '08:01:05', '08:01:06', '08:01:07', '08:01:08', '08:01:09', '08:01:10', '08:01:11', '08:01:12', '08:01:13', '08:01:14', '08:01:15', '08:01:16', '08:01:17', '08:01:18', '08:01:19', '08:01:20', '08:01:21', '08:01:22', '08:01:23', '08:01:24', '08:01:25', '08:01:26', '08:01:27', '08:01:28', '08:01:29', '08:01:30', '08:01:31', '08:01:32', '08:01:33', '08:01:34', '08:01:35', '08:01:36', '08:01:37', '08:01:38', '08:01:39', '08:01:40', '08:01:41', '08:01:42', '08:01:43', '08:01:44', '08:01:45', '08:01:46', '08:01:47', '08:01:48', '08:01:49', '08:01:50', '08:01:51', '08:01:52', '08:01:53', '08:01:54', '08:01:55', '08:01:56', '08:01:57', '08:01:58', '08:01:59', '08:02:00', '08:02:01', '08:02:02', '08:02:03', '08:02:04', '08:02:05', '08:02:06', '08:02:07', '08:02:08', '08:02:09', '08:02:10', '08:02:11', '08:02:12', '08:02:13', '08:02:14', '08:02:15', '08:02:16', '08:02:17', '08:02:18', '08:02:19', '08:02:20', '08:02:21', '08:02:22', '08:02:23', '08:02:24', '08:02:25', '08:02:26', '08:02:27', '08:02:28', '08:02:29', '08:02:30', '08:02:31', '08:02:32', '08:02:33', '08:02:34', '08:02:35', '08:02:36', '08:02:37', '08:02:38', '08:02:39', '08:02:40', '08:02:41', '08:02:42', '08:02:43', '08:02:44', '08:02:45', '08:02:46', '08:02:47', '08:02:48', '08:02:49', '08:02:50', '08:02:51', '08:02:52', '08:02:53', '08:02:54', '08:02:55', '08:02:56', '08:02:57', '08:02:58', '08:02:59', '08:03:00', '08:03:01', '08:03:02', '08:03:03', '08:03:04', '08:03:05', '08:03:06', '08:03:07', '08:03:08', '08:03:09', '08:03:10', '08:03:11', '08:03:12', '08:03:13', '08:03:14', '08:03:15', '08:03:16', '08:03:17', '08:03:18', '08:03:19', '08:03:20', '08:03:21', '08:03:22', '08:03:23', '08:03:24', '08:03:25', '08:03:26', '08:03:27', '08:03:28', '08:03:29', '08:03:30', '08:03:31', '08:03:32', '08:03:33', '08:03:34', '08:03:35', '08:03:36', '08:03:37', '08:03:38', '08:03:39', '08:03:40', '08:03:41', '08:03:42', '08:03:43', '08:03:44', '08:03:45', '08:03:46', '08:03:47', '08:03:48', '08:03:49', '08:03:50', '08:03:51', '08:03:52', '08:03:53', '08:03:54', '08:03:55', '08:03:56', '08:03:57', '08:03:58', '08:03:59', '08:04:00', '08:04:01', '08:04:02', '08:04:03', '08:04:04', '08:04:05', '08:04:06', '08:04:07', '08:04:08', '08:04:09', '08:04:10', '08:04:11', '08:04:12', '08:04:13', '08:04:14', '08:04:15', '08:04:16', '08:04:17', '08:04:18', '08:04:19', '08:04:20', '08:04:21', '08:04:22', '08:04:23', '08:04:24', '08:04:25', '08:04:26', '08:04:27', '08:04:28', '08:04:29', '08:04:30', '08:04:31', '08:04:32', '08:04:33', '08:04:34', '08:04:35', '08:04:36', '08:04:37', '08:04:38', '08:04:39', '08:04:40', '08:04:41', '08:04:42', '08:04:43', '08:04:44', '08:04:45', '08:04:46', '08:04:47', '08:04:48', '08:04:49', '08:04:50', '08:04:51', '08:04:52', '08:04:53', '08:04:54', '08:04:55', '08:04:56', '08:04:57', '08:04:58', '08:04:59', '08:05:00', '08:05:01', '08:05:02', '08:05:03', '08:05:04', '08:05:05', '08:05:06', '08:05:07', '08:05:08', '08:05:09', '08:05:10', '08:05:11', '08:05:12', '08:05:13', '08:05:14', '08:05:15', '08:05:16', '08:05:17', '08:05:18', '08:05:19', '08:05:20', '08:05:21', '08:05:22', '08:05:23', '08:05:24', '08:05:25', '08:05:26', '08:05:27', '08:05:28', '08:05:29', '08:05:30', '08:05:31', '08:05:32', '08:05:33', '08:05:34', '08:05:35', '08:05:36', '08:05:37', '08:05:38', '08:05:39', '08:05:40', '08:05:41', '08:05:42', '08:05:43', '08:05:44', '08:05:45', '08:05:46', '08:05:47', '08:05:48', '08:05:49', '08:05:50', '08:05:51', '08:05:52', '08:05:53', '08:05:54', '08:05:55', '08:05:56', '08:05:57', '08:05:58', '08:05:59', '08:06:00', '08:06:01', '08:06:02', '08:06:03', '08:06:04', '08:06:05', '08:06:06', '08:06:07', '08:06:08', '08:06:09', '08:06:10', '08:06:11', '08:06:12', '08:06:13', '08:06:14', '08:06:15', '08:06:16', '08:06:17', '08:06:18', '08:06:19', '08:06:20', '08:06:21', '08:06:22', '08:06:23', '08:06:24', '08:06:25', '08:06:26', '08:06:27', '08:06:28', '08:06:29', '08:06:30', '08:06:31', '08:06:32', '08:06:33', '08:06:34', '08:06:35', '08:06:36', '08:06:37', '08:06:38', '08:06:39', '08:06:40', '08:06:41', '08:06:42', '08:06:43', '08:06:44', '08:06:45', '08:06:46', '08:06:47', '08:06:48', '08:06:49', '08:06:50', '08:06:51', '08:06:52', '08:06:53', '08:06:54', '08:06:55', '08:06:56', '08:06:57', '08:06:58', '08:06:59', '08:07:00', '08:07:01', '08:07:02', '08:07:03', '08:07:04', '08:07:05', '08:07:06', '08:07:07', '08:07:08', '08:07:09', '08:07:10', '08:07:11', '08:07:12', '08:07:13', '08:07:14', '08:07:15', '08:07:16', '08:07:17', '08:07:18', '08:07:19', '08:07:20', '08:07:21', '08:07:22', '08:07:23', '08:07:24', '08:07:25', '08:07:26', '08:07:27', '08:07:28', '08:07:29', '08:07:30', '08:07:31', '08:07:32', '08:07:33', '08:07:34', '08:07:35', '08:07:36', '08:07:37', '08:07:38', '08:07:39', '08:07:40', '08:07:41', '08:07:42', '08:07:43', '08:07:44', '08:07:45', '08:07:46', '08:07:47', '08:07:48', '08:07:49', '08:07:50', '08:07:51', '08:07:52', '08:07:53', '08:07:54', '08:07:55', '08:07:56', '08:07:57', '08:07:58', '08:07:59', '08:08:00', '08:08:01', '08:08:02', '08:08:03', '08:08:04', '08:08:05', '08:08:06', '08:08:07', '08:08:08', '08:08:09', '08:08:10', '08:08:11', '08:08:12', '08:08:13', '08:08:14', '08:08:15', '08:08:16', '08:08:17', '08:08:18', '08:08:19', '08:08:20', '08:08:21', '08:08:22', '08:08:23', '08:08:24', '08:08:25', '08:08:26', '08:08:27', '08:08:28', '08:08:29', '08:08:30', '08:08:31', '08:08:32', '08:08:33', '08:08:34', '08:08:35', '08:08:36', '08:08:37', '08:08:38', '08:08:39', '08:08:40', '08:08:41', '08:08:42', '08:08:43', '08:08:44', '08:08:45', '08:08:46', '08:08:47', '08:08:48', '08:08:49', '08:08:50', '08:08:51', '08:08:52', '08:08:53', '08:08:54', '08:08:55', '08:08:56', '08:08:57', '08:08:58', '08:08:59', '08:09:00', '08:09:01', '08:09:02', '08:09:03', '08:09:04', '08:09:05', '08:09:06', '08:09:07', '08:09:08', '08:09:09', '08:09:10', '08:09:11', '08:09:12', '08:09:13', '08:09:14', '08:09:15', '08:09:16', '08:09:17', '08:09:18', '08:09:19', '08:09:20', '08:09:21', '08:09:22', '08:09:23', '08:09:24', '08:09:25', '08:09:26', '08:09:27', '08:09:28', '08:09:29', '08:09:30', '08:09:31', '08:09:32', '08:09:33', '08:09:34', '08:09:35', '08:09:36', '08:09:37', '08:09:38', '08:09:39', '08:09:40', '08:09:41', '08:09:42', '08:09:43', '08:09:44', '08:09:45', '08:09:46', '08:09:47', '08:09:48', '08:09:49', '08:09:50', '08:09:51', '08:09:52', '08:09:53', '08:09:54', '08:09:55', '08:09:56', '08:09:57', '08:09:58', '08:09:59', '08:10:00', '08:10:01', '08:10:02', '08:10:03', '08:10:04', '08:10:05', '08:10:06', '08:10:07', '08:10:08', '08:10:09', '08:10:10', '08:10:11', '08:10:12', '08:10:13', '08:10:14', '08:10:15', '08:10:16', '08:10:17', '08:10:18', '08:10:19', '08:10:20', '08:10:21', '08:10:22', '08:10:23', '08:10:24', '08:10:25', '08:10:26', '08:10:27', '08:10:28', '08:10:29', '08:10:30', '08:10:31', '08:10:32', '08:10:33', '08:10:34', '08:10:35', '08:10:36', '08:10:37', '08:10:38', '08:10:39', '08:10:40', '08:10:41', '08:10:42', '08:10:43', '08:10:44', '08:10:45', '08:10:46', '08:10:47', '08:10:48', '08:10:49', '08:10:50', '08:10:51', '08:10:52', '08:10:53', '08:10:54', '08:10:55', '08:10:56', '08:10:57', '08:10:58', '08:10:59', '08:11:00', '08:11:01', '08:11:02', '08:11:03', '08:11:04', '08:11:05', '08:11:06', '08:11:07', '08:11:08', '08:11:09', '08:11:10', '08:11:11', '08:11:12', '08:11:13', '08:11:14', '08:11:15', '08:11:16', '08:11:17', '08:11:18', '08:11:19', '08:11:20', '08:11:21', '08:11:22', '08:11:23', '08:11:24', '08:11:25', '08:11:26', '08:11:27', '08:11:28', '08:11:29', '08:11:30', '08:11:31', '08:11:32', '08:11:33', '08:11:34', '08:11:35', '08:11:36', '08:11:37', '08:11:38', '08:11:39', '08:11:40', '08:11:41', '08:11:42', '08:11:43', '08:11:44', '08:11:45', '08:11:46', '08:11:47', '08:11:48', '08:11:49', '08:11:50', '08:11:51', '08:11:52', '08:11:53', '08:11:54', '08:11:55', '08:11:56', '08:11:57', '08:11:58', '08:11:59', '08:12:00', '08:12:01', '08:12:02', '08:12:03', '08:12:04', '08:12:05', '08:12:06', '08:12:07', '08:12:08', '08:12:09', '08:12:10', '08:12:11', '08:12:12', '08:12:13', '08:12:14', '08:12:15', '08:12:16', '08:12:17', '08:12:18', '08:12:19', '08:12:20', '08:12:21', '08:12:22', '08:12:23', '08:12:24', '08:12:25', '08:12:26', '08:12:27', '08:12:28', '08:12:29', '08:12:30', '08:12:31', '08:12:32', '08:12:33', '08:12:34', '08:12:35', '08:12:36', '08:12:37', '08:12:38', '08:12:39', '08:12:40', '08:12:41', '08:12:42', '08:12:43', '08:12:44', '08:12:45', '08:12:46', '08:12:47', '08:12:48', '08:12:49', '08:12:50', '08:12:51', '08:12:52', '08:12:53', '08:12:54', '08:12:55', '08:12:56', '08:12:57', '08:12:58', '08:12:59', '08:13:00', '08:13:01', '08:13:02', '08:13:03', '08:13:04', '08:13:05', '08:13:06', '08:13:07', '08:13:08', '08:13:09', '08:13:10', '08:13:11', '08:13:12', '08:13:13', '08:13:14', '08:13:15', '08:13:16', '08:13:17', '08:13:18', '08:13:19', '08:13:20', '08:13:21', '08:13:22', '08:13:23', '08:13:24', '08:13:25', '08:13:26', '08:13:27', '08:13:28', '08:13:29', '08:13:30', '08:13:31', '08:13:32', '08:13:33', '08:13:34', '08:13:35', '08:13:36', '08:13:37', '08:13:38', '08:13:39', '08:13:40', '08:13:41', '08:13:42', '08:13:43', '08:13:44', '08:13:45', '08:13:46', '08:13:47', '08:13:48', '08:13:49', '08:13:50', '08:13:51', '08:13:52', '08:13:53', '08:13:54', '08:13:55', '08:13:56', '08:13:57', '08:13:58', '08:13:59', '08:14:00', '08:14:01', '08:14:02', '08:14:03', '08:14:04', '08:14:05', '08:14:06', '08:14:07', '08:14:08', '08:14:09', '08:14:10', '08:14:11', '08:14:12', '08:14:13', '08:14:14', '08:14:15', '08:14:16', '08:14:17', '08:14:18', '08:14:19', '08:14:20', '08:14:21', '08:14:22', '08:14:23', '08:14:24', '08:14:25', '08:14:26', '08:14:27', '08:14:28', '08:14:29', '08:14:30', '08:14:31', '08:14:32', '08:14:33', '08:14:34', '08:14:35', '08:14:36', '08:14:37', '08:14:38', '08:14:39', '08:14:40', '08:14:41', '08:14:42', '08:14:43', '08:14:44', '08:14:45', '08:14:46', '08:14:47', '08:14:48', '08:14:49', '08:14:50', '08:14:51', '08:14:52', '08:14:53', '08:14:54', '08:14:55', '08:14:56', '08:14:57', '08:14:58', '08:14:59', '08:15:00', '08:15:01', '08:15:02', '08:15:03', '08:15:04', '08:15:05', '08:15:06', '08:15:07', '08:15:08', '08:15:09', '08:15:10', '08:15:11', '08:15:



図-14 お手本のぼかし提示に至った実験

リリース直後1週間で1,700ダウンロードがあった。原稿執筆時点(5月中旬)では国外も含めて2万ダウンロード、月間アクティブユーザ1万人を超えている。(藤井彰人 PM 担当)

なかむら まさのり やまぐち しゅうご
中村 優文, 山口 周悟

てふみ: 文字を手書く総合的支援^{☆9}

「手書き文字を美しくことは、人間の長きにわたるテーマであり、欲求である」という中村君たちの主張に、私は個人的に大賛同である。年賀状はさすがに印刷にしたが、いまでも封書で何か送るときは、これしかないという愛用の筆ペンで和便箋に要件を書いて出している。大昔だが、「三体千字文」の本を買って勉強しようと思ったこともある。

しかし、「てふみ」は字がうまくなるというよりは、文字を手書きすることの敷居を下げ、文字を手書く機会を増やすことを第一義の目的としている。文字の美しさは、人がそれまで積み重ねてきた文字にこそ見出されるというわけだ。だから、「てふみ」は手書きが相應しい機会に、むしろその人らしさが顕著に表れるように、しかし、レイアウトはしっかりと美しくなるような支援を行う。

「てふみ」は上記の目的を達成するための「清書編」と、書道の初心者が自分の思い通りの表現をするための学習支援を行う「練習編」からなる。

^{☆9} URLは準備中。「てふみ」で検索してください。



図-15 アノテーションフォントの例

「清書編」では、書くべき文章や宛名などをまずコンピュータ入力しておく。「てふみ」は、レイアウトのルール化や形態素解析に基づく自動改行位置指定を行い、その結果を小型プロジェクタで書くべき紙面に投影する。レイアウトルールは、宛名書きの作法や、促音が行頭に来ないなどを考慮している。

このとき、別のカメラが、ペンや筆が書くべきお手本文字の位置に来るとその文字をぼかす指令を出す。それ以外の位置では書くべき内容がぼかさずに表示されているので、安心できる。これでユーザが自分流の文字を書くことが容易になる。このぼかし具合はユーザがGUIで指定できる。強くぼかすと個性の出た文字が書きやすいし、弱くぼかすとお手本に近い文字が書ける。これをユーザの好みで変えられるのである。

図-14にこの設計に至った実験結果を示す。右上のBoundary boxは、文字の手本を示さず、文字の位置だけを枠で投影したものである(これは枠内に納めないといけないというプレッシャがあり、あまり評判がよくなかったとのこと)。お手本をぼかすのが、自分の個性が出ると感じたユーザが多かったので、中村君たちはぼかしを採用した。

「清書編」で技術的に苦労したのは、投影すべき紙の位置、角度によるプロジェクタなどの補正である。対象にお祝儀袋もあつたりして、自動化には苦労したようだ。

「練習編」では、常用漢字2,136文字とひらがな、カタカナそれぞれ50音(濁音、半濁音、小文字を含む)のアノテーションフォントを開発した。実は中村君は書道七段(本当は書壇院二位)の腕前である。その彼がこれを自分で手書きすることで作成した。そのためにアノテーションフォント作成プラットフォームも開発した(山口君)。

アノテーションフォント(図-15)とは、筆圧とその推移の可視化情報(赤は筆圧強で、青は筆圧弱)、書

アプリを作るような気軽さで動くものを作ることができよう。

実際、MakeStack のライブデモを見ると分かるのだが、本当にあっという間に簡単な IoT デバイスの開発が行える。

500 円のデバイスといえば使い捨てにできるくらいの手軽さだが、自動ソフトウェア更新が可能なので「もったいない」感もしっかり手当できている。キラーアプリが提案できればもっと良かったと思うが、デバイスサイドからサーバサイドまでの深い造詣がなくては完成できなかったプロジェクトである。

MakeStack は GitHub 上で MIT ライセンスまたはパブリックドメインで公開されている。

(藤井彰人 PM 担当)

和田 夏実

Visual Creole: 手の動きに特化したコミュニケーションツール^{☆11}

和田さんは、ご両親とも耳が聞こえず、手話を第一言語として育ってきた。その体験から、音を使わずに、目で理解し、手で伝える手話の表現や創造性がとても豊かであることを実感してきた。手話は 3 次元的な視覚言語であり、動作の時間方向も加えれば 4 次元言語なのである。これに画面の上の図や絵を重畳して、さらに豊かな表現力をつけるとともに、耳が聞こえない人だけでなく、より多くの人(聴者、耳の聞こえる人)が視覚イメージを共有し、伝えあうプラットフォームを開発しようと、和田さんは考えた。

基本アイデアはそうだったのだが、プロジェクトは試行錯誤の連続となった。合計 5 回のプロトタイプングと、20 回以上のユーザテスト(ワークショップ)を行うことになった。その過程を知ることが Visual Creole の意味を知るために有効である。

子供たちを対象にした初期の実験では、表現に対して自覚的にならなければ、動きによる表現が引き出せないことが分かった。次に Leap Motion を使い、

^{☆11} <http://visualcreole.businesscatalyst.com/>



図-18 Visual Creoleで作られた語彙の一部。実際にはこれに動きが加わるのもっと分かりやすい

手の座標値を取って、手を何かに見立てる体験の実験を行った。ここでは、手の座標に画面上のイラストが追随すると「自分の手を見なくなる」状況が起こった。これでは、手が自分のメディアになっている感覚がなくなる。また、手だけではだめで、顔、肩、視線の動きも重要なメディアだということも、手話指導者を対象とした実験で分かった。

次に自分が写っている画面に補助線を引けるようにしてみた。しかし、自分が動いたときに補助線が動かないと、補助線と自分とが切り離されてしまい、身体と一体化したメディアではなくなってしまう(日付、文字情報はこのかぎりではない)。

こうして落ち着いたのが、描いた図や絵が自分の体に追随し、自己帰属感をもたらす Visual Creole である。使ったデバイスは RealSense であり、Unity で 3D の実装を行った。これを使って、いろいろな単語を「開発」した。その一部を図-18 に示す。

新しい単語の登録(Learn)は、まず文字で言葉を登録し、自分の顔が写った GUI の上でその言葉のイメージをドローイングとして描く。イメージはお好みのレイヤ(顔、右手、左手、背景)に対して張り付けて、追随させるようにできる(図-19)。そのあと撮影ボタンを押し、そのイメージとともに動的な表現を行う。

もちろん、人によってイメージはさまざまだから、同じ単語でも違う表現になる。絵のうまい人は絵で勝負するし、そうでない人は動作で勝負するとのこと。いずれにせよ、このシステムによって手話に対して多く

