Pianist
— 鍵盤楽器運指練習システム
自由部門
20019

はじめに

ピアノやオルガンなどに代表される鍵盤楽器は今日まで人々に親しまれています。誰もが一度は弾いてみたり、弾きたいと思ったことがあるのではないしょうか。 しかし、
楽譜が読めても運指(※)がわからず思うように弾けないという初心者の声をたくさん聞きました。そこで、私達は次のように考えました。

※**運指**：ピアノなどの楽器を演奏する際、どの鍵盤をどの指で弾くかを表す指の使い方。指使い。

正しい運指で弾くメリット

- ○ 演奏がしやすくなる
- ○ 指への負担が減る
- ○ 見た目が美しくなる
- ○ 音が滑らかになる

問題点

- ○ 運指がわからない
- ○ 楽譜に運指番号が振られていないものが多い
- ○レッスンを受ける余裕が無い

そこで私達は**鍵盤楽器運指練習システム「Pianist」**を提案します

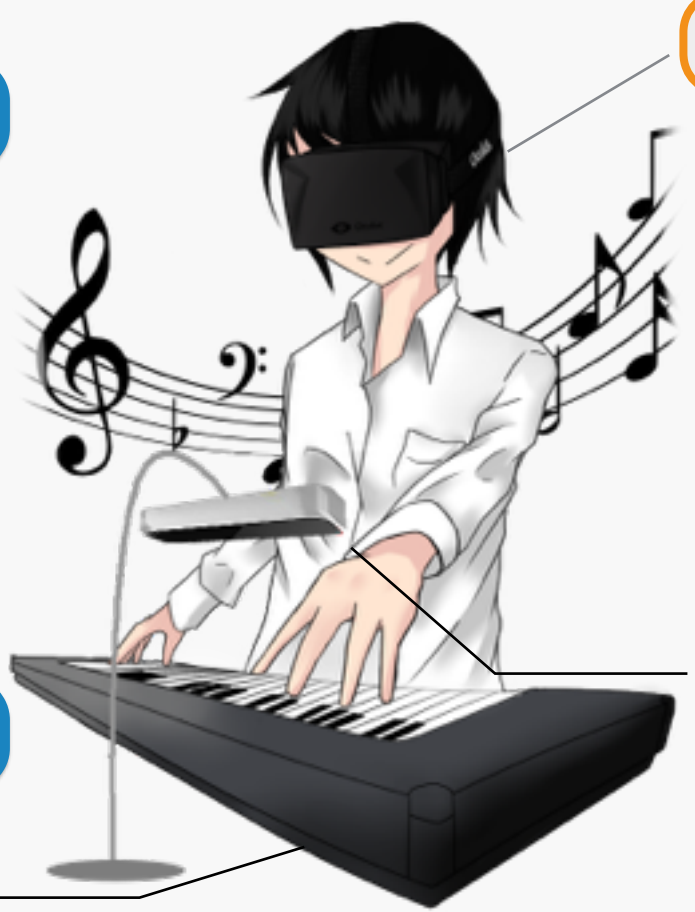
システム概要

「Pianist」は、**HMD (ヘッドマウントディスプレイ) 上にAR(拡張現実) で表示された3Dの手に合わせて正しい運指を学ぶことが出来る**システムです。

HMD上に3DモデルをAR描画

ユーザーは表示される3Dモデルに合わせて弾くことで直感的に正しい運指を学ぶことができます。

MIDIキーボードとの接続



ユーザーの運指の取得

ユーザーの運指をリアルタイムに取得し、判定を行います。

対象者と主な機能

対象者

演奏技術上達のために鍵盤楽器の運指を練習したい方

主な機能

練習モード

練習モードでは、基本的な運指をお手本の3Dモデルに合わせて練習することができます。
いきなり楽曲を弾くことが難しい人でも、練習モードで基礎を身につけることが可能です。

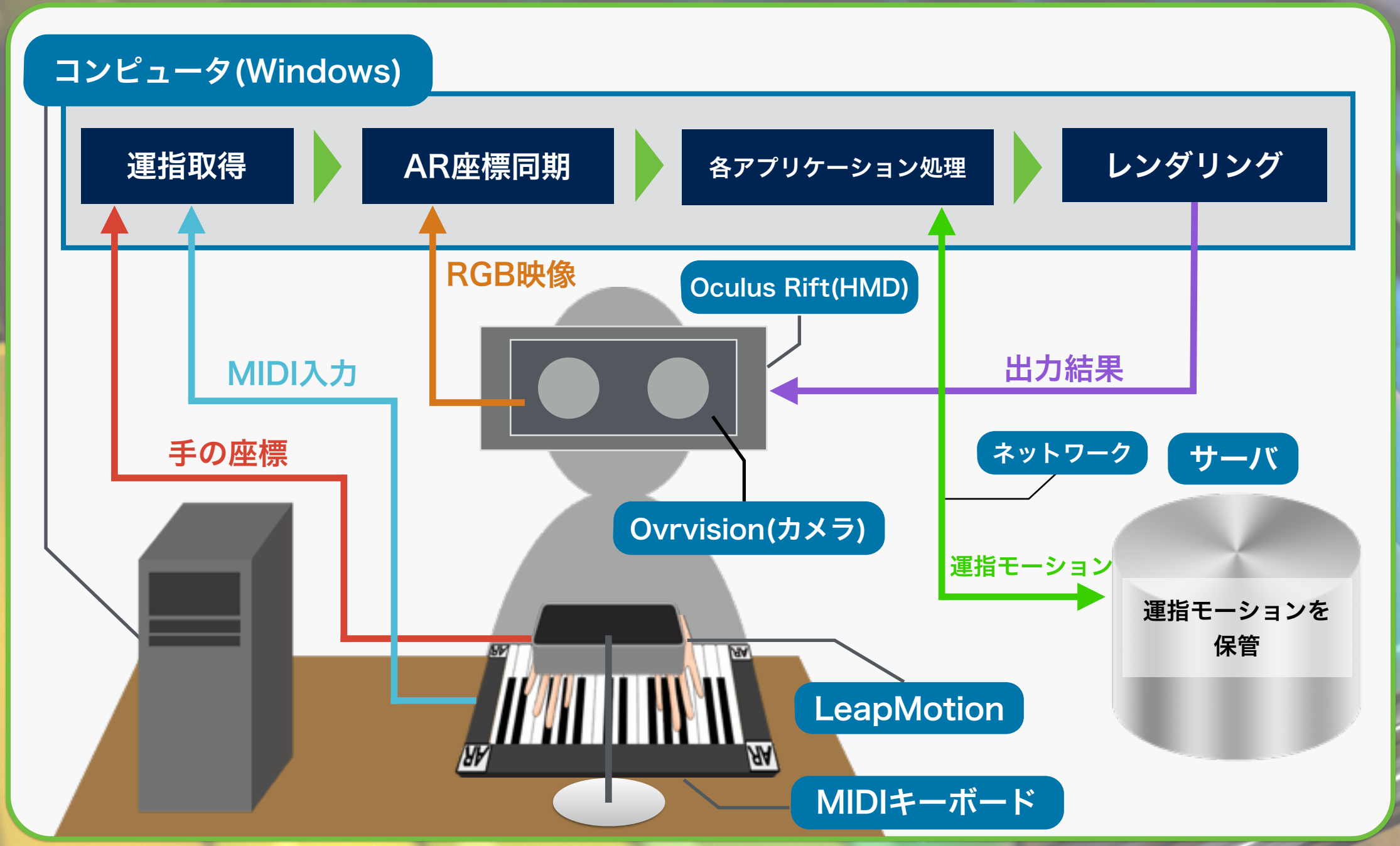
演奏モード

演奏モードでは、楽曲を選びお手本の3Dモデルに合わせて演奏の練習をすることができます。
演奏が終わった後に、自分の運指モーションをクラウドサービスにアップロードすることも可能です。

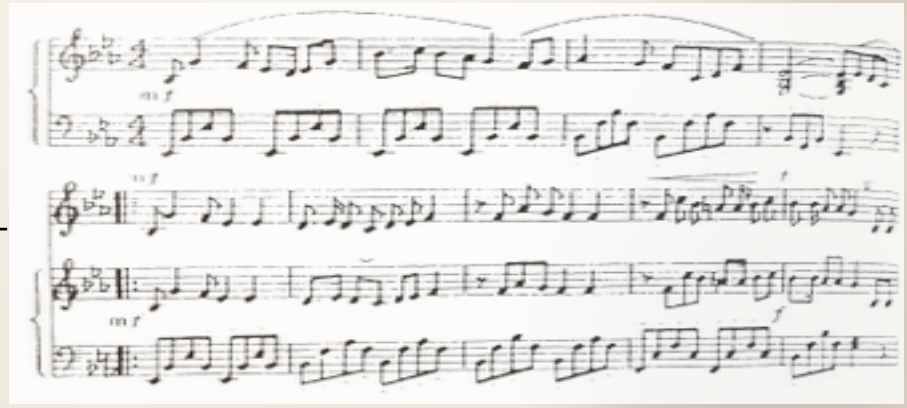
楽曲の追加

楽曲の追加は、MIDIファイルを選択する、もしくはクラウドサービスに接続しダウンロードすることで、運指モーションと共に追加されます。

システム構成


コンピュータ(Windows)
運指取得
AR座標同期
各アプリケーション処理
レンダリング
RGB映像
Oculus Rift(HMD)
MIDI入力
出力結果
手の座標
ネットワーク
サーバ
Ovrvision(カメラ)
運指モーション
運指モーションを保管
LeapMotion
MIDIキーボード

HMDから見える映像



楽譜

ARマーカ

メニュー

目の前にある
MIDIキーボード

合成された手の3Dモデル

自分の手

HMD上にはOvrvisionから取得したRGB映像に、手の3Dモデル・楽譜・メニューなどをAR合成したものが表示されます。座標は複数のARマーカを検出し、計算します。

運指の取得に関して

技術的な問題

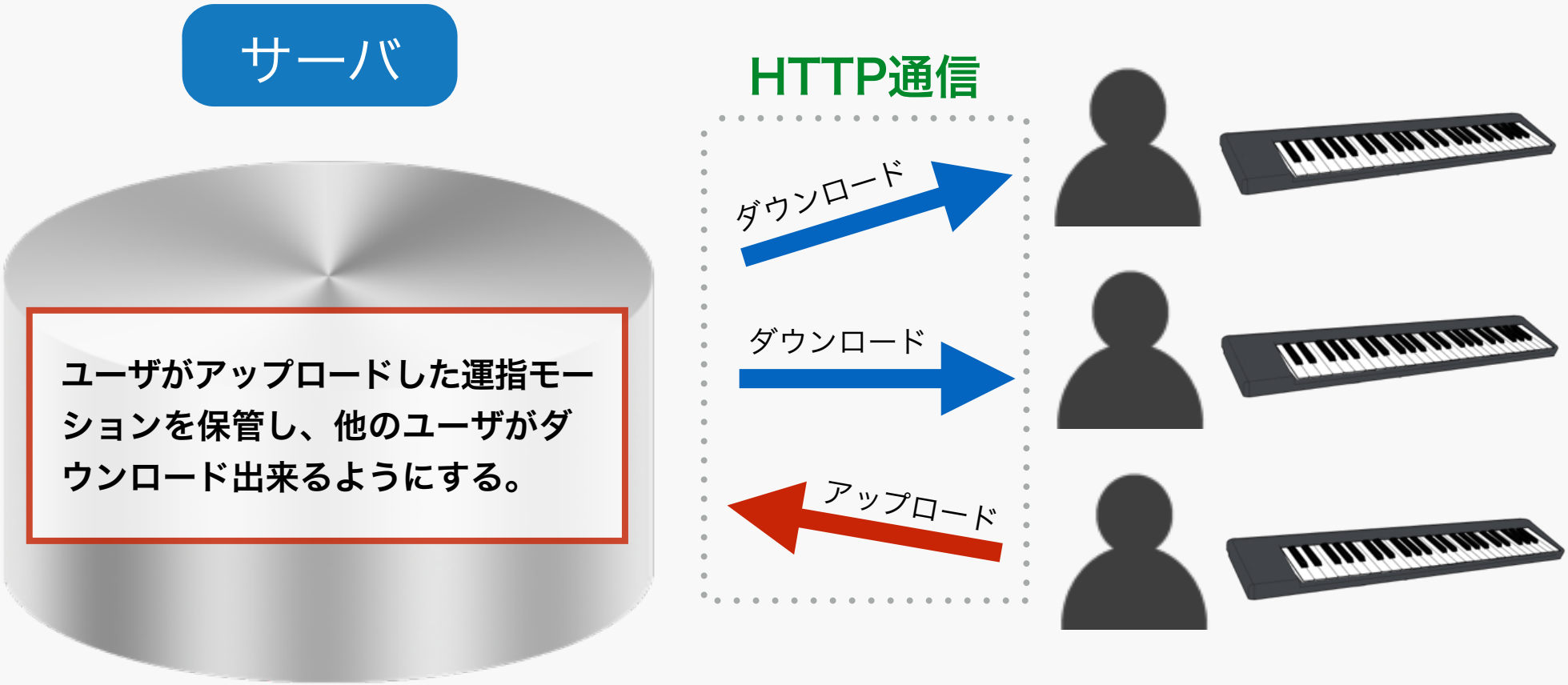
Leap Motionは赤外線を用いるため、深度の差がない鍵盤付近では、手の検出がうまく行えない

そこで、**MIDIキーボードで押された鍵盤と手のひらの相対座標とで、鍵盤を押した指番号取得**する。加えて**MIDIキーボードに赤外線を吸収する加工を施す**ことで、精度の向上を図る。

LeapMotionで手の座標を取得

MIDI入力

運指モーションのクラウドサービス



ユーザ同士が運指モーションを共有しあうことのできるクラウドサービスを提供します。ユーザは自分の作成した運指モーションを公開することができ、また、他人の作成した運指モーションを自分の環境で再生することも可能です。

MIDIから運指モーションを自動生成 —1

機能・利点

MIDIファイルを解析し、運指を生成する。
運指情報が無い曲でもMIDIさえあれば運指が生成できるため、Pianistへの楽曲追加が手軽に行える。

実装方法

MIDIから与えられる音符系列Nに対して、理想的な演奏者が行うであろう最も尤もらしい運指Sを推定することを運指決定と考えることができる。
音符系列Nを音符長の系列T、ピッチ(鍵)の系列Y、それ以外の情報の系列Oに分解する。

$$N = (Y, O, T)$$

$n_i = (y_i, o_i, t_i)$での手指状態は直前$(i-1)$の手指状態とその音符長にのみ依存すると仮定すれば、音符系列$N = (Y, O, T)$に対して運指Sが使われる確率は、Bayesの定理より、

$$p(S|(Y,O,T)) \propto p((Y,O,T)|S)p(S)$$
$$\approx \Pi p((y_i, o_i, t_{i-1}) \mid (s_i, s_{i-1}))\Pi p(s_i \mid s_{i-1})$$

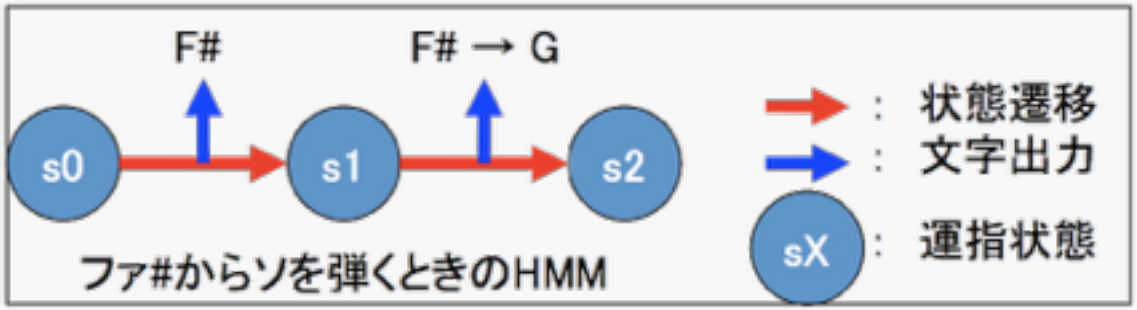
と近似できる。

MIDIから運指モーションを自動生成 —2

実装方法(続き)

以上のように考えると、運指を定式化するモデルとしては演奏時の手指状態を「隠れ状態」と考え、その状態遷移の途中に音符推移が「出力文字列」として観測されるMoore型HMMが適合する
音符推移すべてを表す集合をMとすれば、演奏時の状態s1から状態s2へ遷移する際の出力確率関数は、

$b_{s1,s2} : M \to [0, \infty)$　$b_{s1,s2}$ は運指遷移 $s_1 \to s_2$ の尤もらしさの違い で表される。



集合Mにおけるピッチの推移を打鍵位置の移動として二次元ベクトル $\vec{d}$ として表す。
この連続空間M上の出力確率関数 $b_{s1,s2} : M \to [0, \infty)$ は二次元Gauss分布に従うと近似する
$p(S|(Y, O, T))$ を最大化するSをHMMの事後確率最大経路のViterbi探索により求める

引用　情報処理学会研究報告音楽情報科学 2006-MUS-65 pp.7-pp.12
隠れマルコフモデルに基づくピアノ運指の自動決定 — 米林 裕一郎、亀岡 弘和嵯、峨山 茂樹
Automatic Determination of Piano Fingering based on Hidden Markov Model

独創的な点・類似品との比較

「HMD上に運指をAR表示するシステム」に類似するシステムは現時点で他にありません。

類似品との比較表

	本システム	簡単！ピアノマスター (KAWAI)	Piano Diary (YAMAHAのiPhoneアプリ)	ピアノの先生 (Androidアプリ)
実用性	○ HMDの装着を考慮	◎	◎	×
運指の表示	◎	○ 2Dによる簡単なもの	×	×
演奏記録と共有	◎ 運指モーションも記録可能	△ 録音のみ 共有機能なし	○ 録音のみ 記録のグラフ化機能 SNS等の共有機能	○ 録音のみ 共有機能あり

開発環境・開発計画

開発環境

- Windows7以降
- Unity5
- LeapMotion SDK
- Ovrvision SDK
- JDK(サーバ用)

実行環境

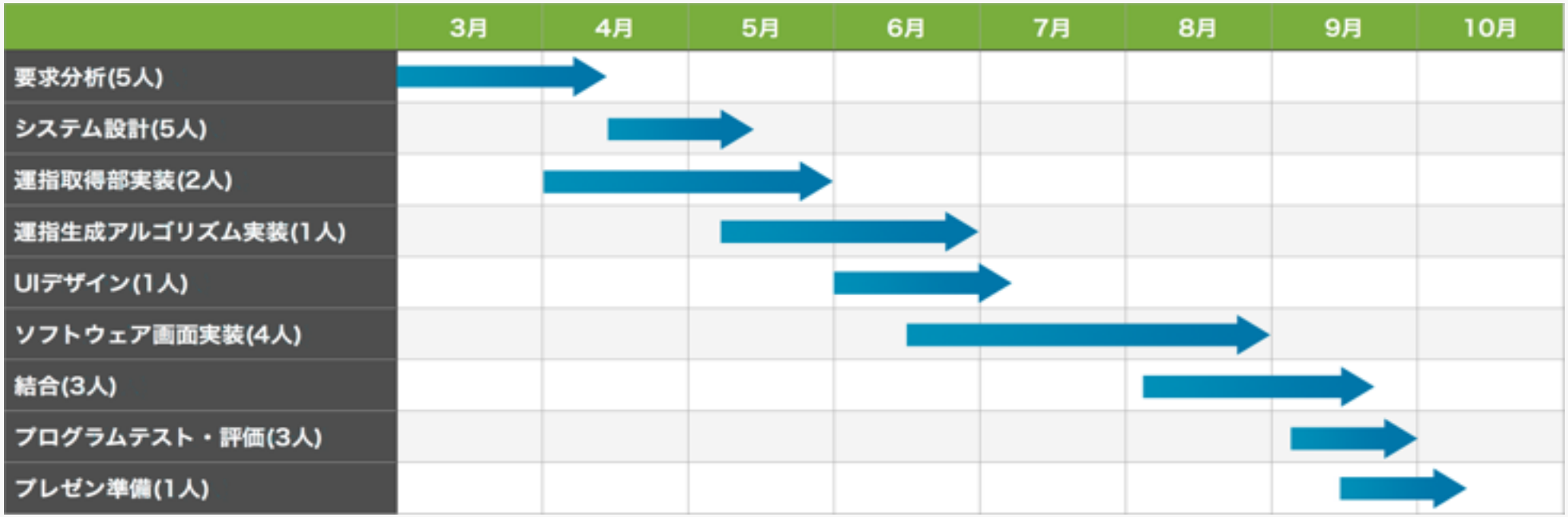
クライアント

- Windows7以降

サーバ

- Linux
- Apache
- Tomcat
- JRE

必要機材

- PC
- Oculus Rift
- Leap Motion
- MIDIキーボード
- Ovrvision

開発計画