

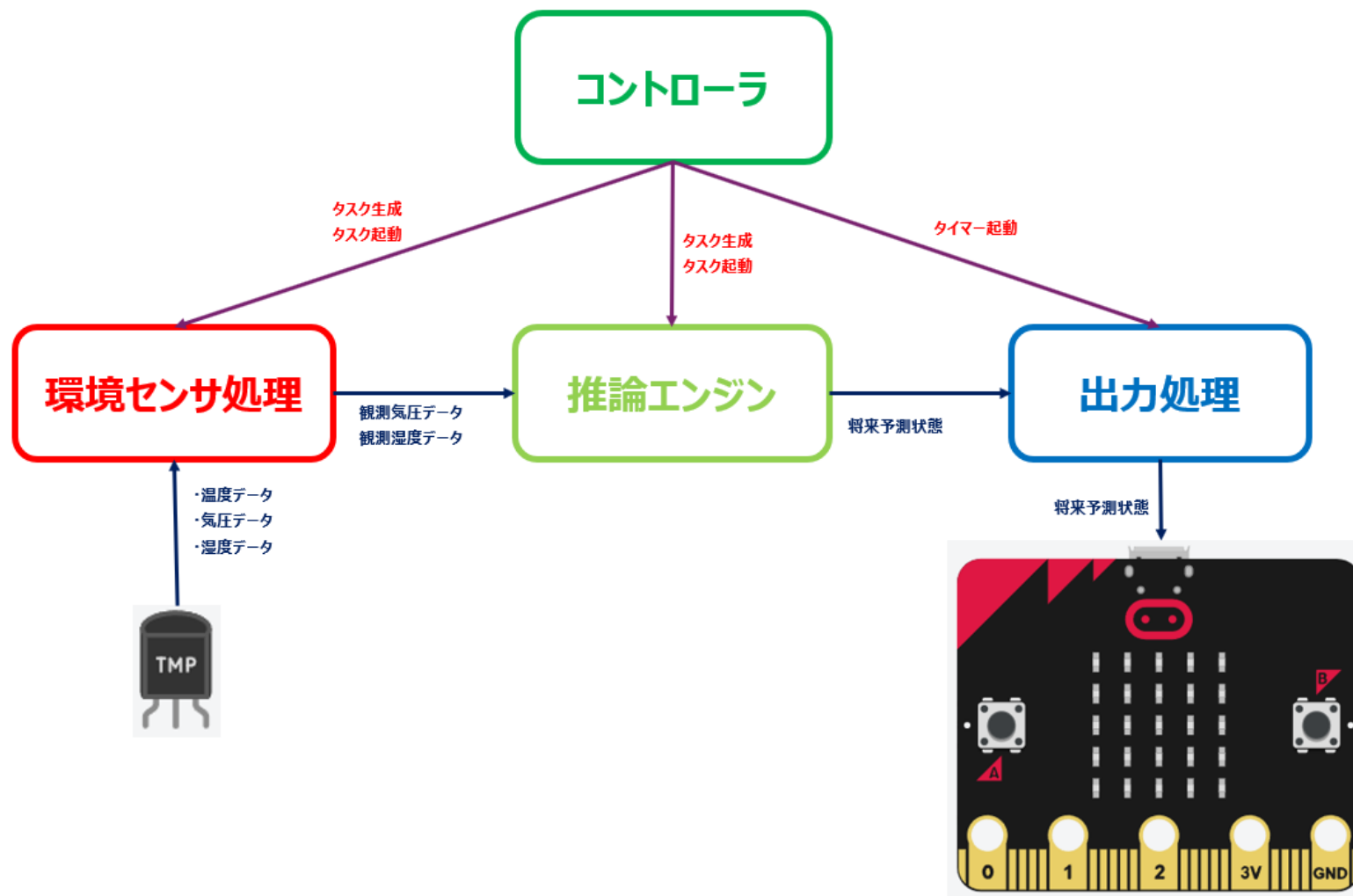
AMAGOI

環境データ推論システム 説明資料



システム概要

処理フロー



気象観測データの取得

- ▶ 「環境センサ処理」は独立したタスクであり、5000msec ごとに環境センサ（BOSCH BME280）より観測気象データ（気温/気圧/湿度）を取得する。
- ▶ データ取得が完了したら観測フラグを on にして「推論エンジン」を動作させる。

BME280 モジュールについて

- ▶ enviro:bit に搭載される環境センサはボッシュ社製の環境センサモジュール BME280 を利用している。本システム構築にあたり、センサモジュールからのデータ読み出しおよび変換処理については下記データシート記載の内容を参考に実装した。

<https://www.bosch-sensortec.com/media/boschsensortec/downloads/datasheets/bst-bme280-ds002.pdf>

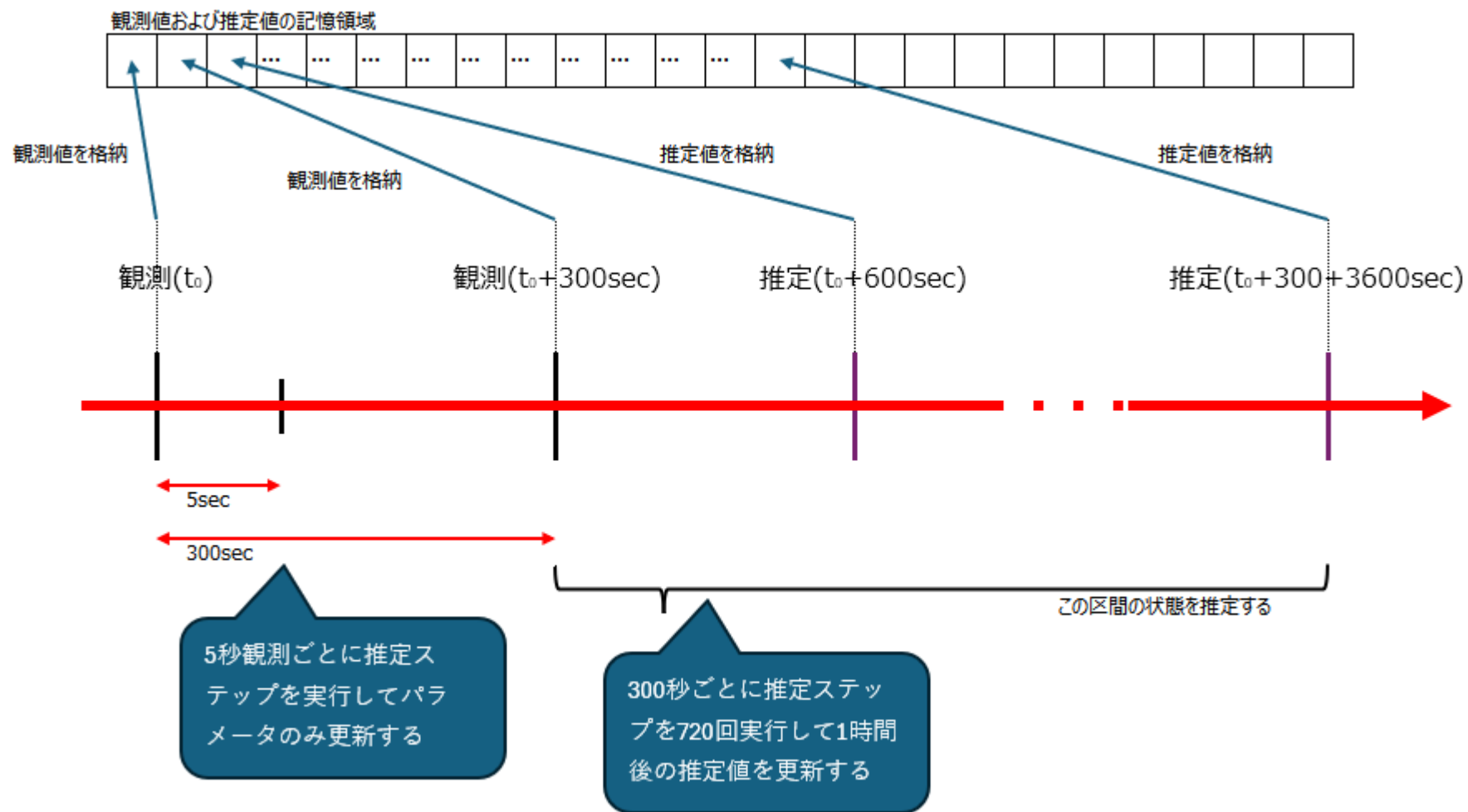
観測値から推定値を算出

- ▶ 「推論エンジン」は独立したタスクであり、「環境センサ処理」にて取得したデータ（気圧/湿度）を取り込んで拡張カルマンフィルタの推論ステップを実行する。実行結果としてカルマンゲインおよび誤差共分散を更新する。
- ▶ 一定回数観測実行後、推論ステップのみ 720 回実行して将来（ $5\text{秒} \times 720\text{回} = 3600\text{秒}$ 後）の推定値を算出する。

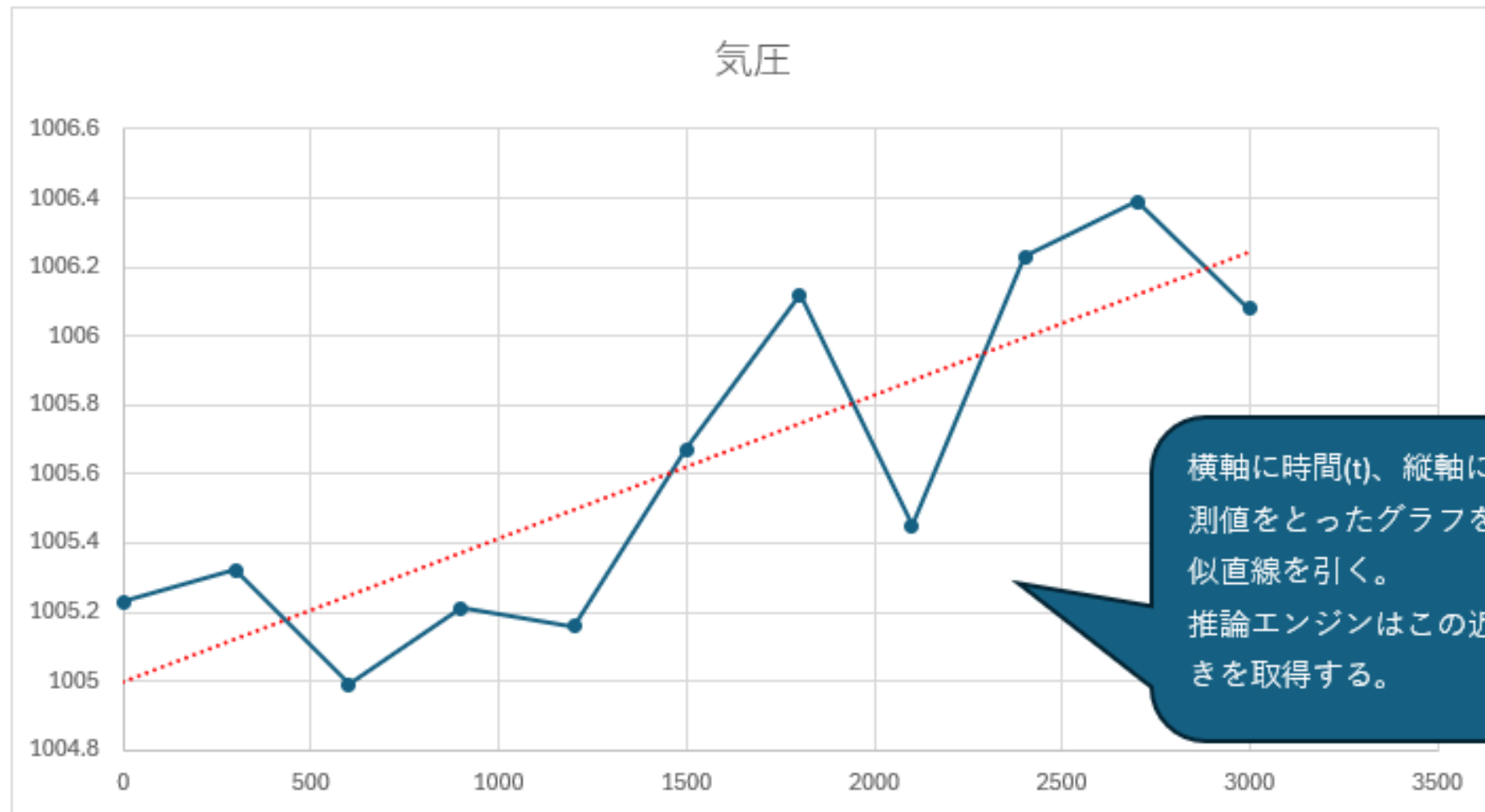
カルマンフィルタについて

- ▶ カルマンフィルタは主に線形に変化する対象に対して、1単位時間あとの状態推定を行うのに利用されている。
- ▶ 本システムでは非線形推移するため拡張カルマンフィルタ（EKF）を用いて推論ステップのみを実行することで単位時間（5秒） \times 720回 $=$ 3600秒（1時間）先のデータ推定を行っている。

観測値および推定値の記録



将来推定実行①



横軸に時間(t)、縦軸に観測値と予測値をとったグラフを作成し、近似直線を引く。
推論エンジンはこの近似直線の傾きを取得する。

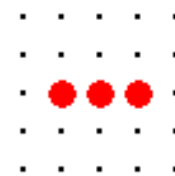
将来推定実行②

- ▶ 前項で取得した気圧・湿度の傾きの相関から将来予測を行う（下表を参照）

気圧の傾き	湿度の傾き	推測結果
急な上昇	－	天候回復
上昇	下降	
変動なし	変動なし	天候変化なし
下降	上昇	天候悪化
急な下降	－	

出力処理

- ▶ 推論エンジンの出力結果に応じてLEDマトリクスに表示を行う（右図参照）。
- ▶ 表示パターンは二次元配列で持っており、推論エンジンの出力結果値を一次元目に指定することで表示を切り替える



初期状態

①電源投入後、初回の推定実行まで(300秒)の間LEDマトリクスは左記表示される

②初回の推定実行による将来予測値に応じてLEDマトリクスの表示が変わる



「状態変化なし」の表示

②-1「状態変化なし」の場合右向きの矢印が表示される



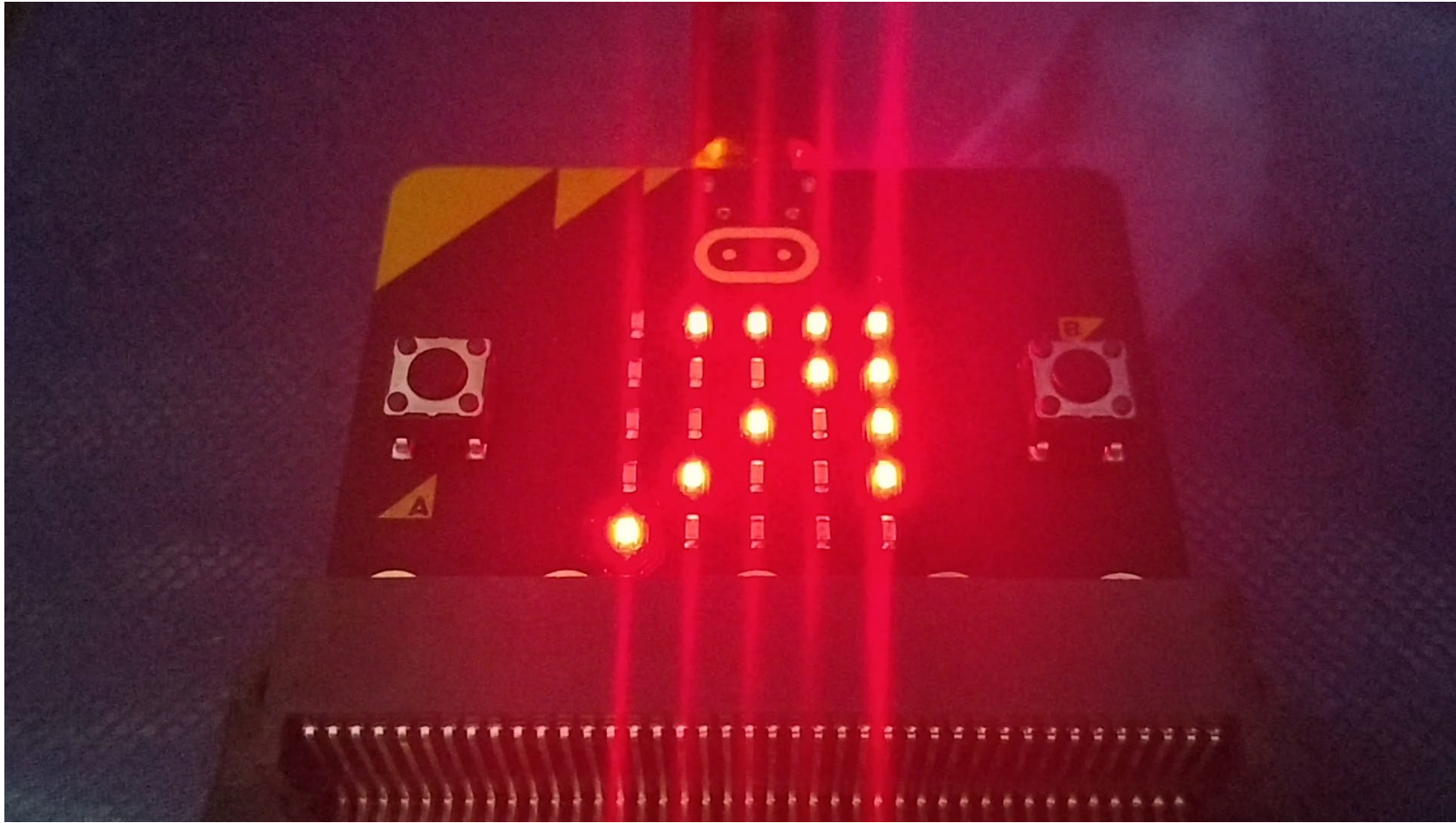
「天候回復」の表示

②-2「天候回復」の場合右上向きの矢印が表示される



「天候悪化」の表示

②-3「天候悪化」の場合右下向きの矢印が表示される

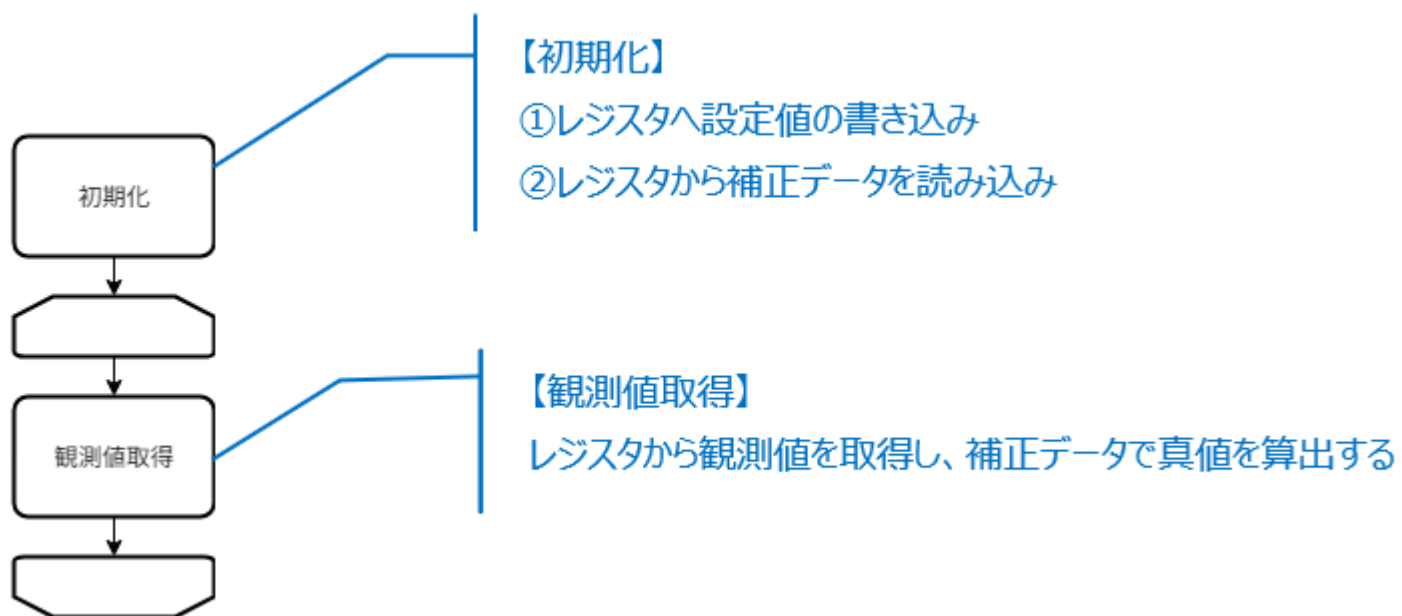


表示例 (44秒あたりで表示切り替えが発生)



実装

環境センサ処理



推論エンジン①

【初期化】

- ①カルマンゲイン・誤差共分散の初期化
- ②推論ステップ用パラメータ初期化

【観測値の記録】

5分ごとに観測値を記録する

【推論値算出】

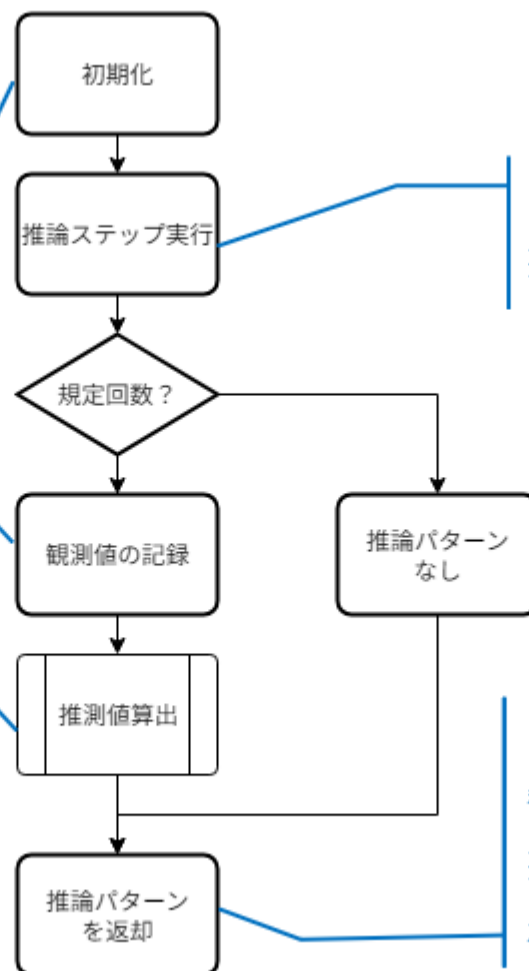
1時間分の推測値を算出する

【推論ステップ実行】

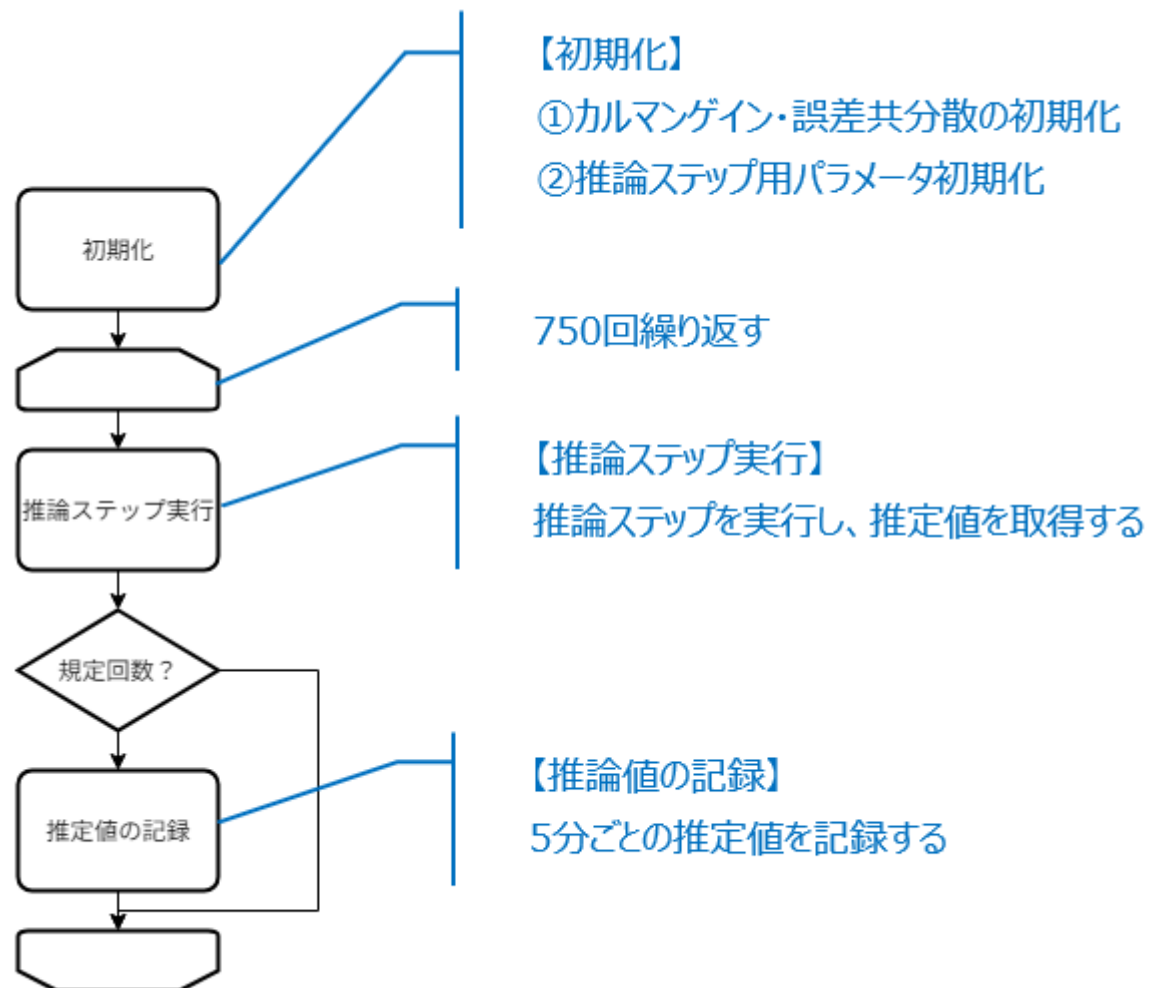
推論ステップを実行し、推定値を取得する

【推論パターンを返却】

観測値および推定値から傾きを算出し、
推論パターンを求めて返す
規定回数以外の場合はパターンなしを返す



推論エンジン② 推定値算出処理



制作にあたって

利用したライブラリ①

I²C 通信用ライブラリ(iic.h / iic_reg.c / nrf5_iic.c)

『micro:bitでμT-Kernel 3.0を動かそう』[第12回] I²C経由で加速度センサーを使ってみよう

(<http://www.t-engine4u.com/info/mbit/12.html>) 記載のコードより流用している

https://www.personal-media.co.jp/book/tw/tw_index/384.html

よりダウンロード

Copyright (C) 2022-2023 by T3 WG of TRON Forum

利用したライブラリ②

LED マトリクス表示関連コード(app_main.c 内)

『micro:bitでμT-Kernel 3.0を動かそう』[第7回] LEDのダイナミック点灯 (<http://www.t-engine4u.com/info/mbit/7.html>) 記載のコードより流用している

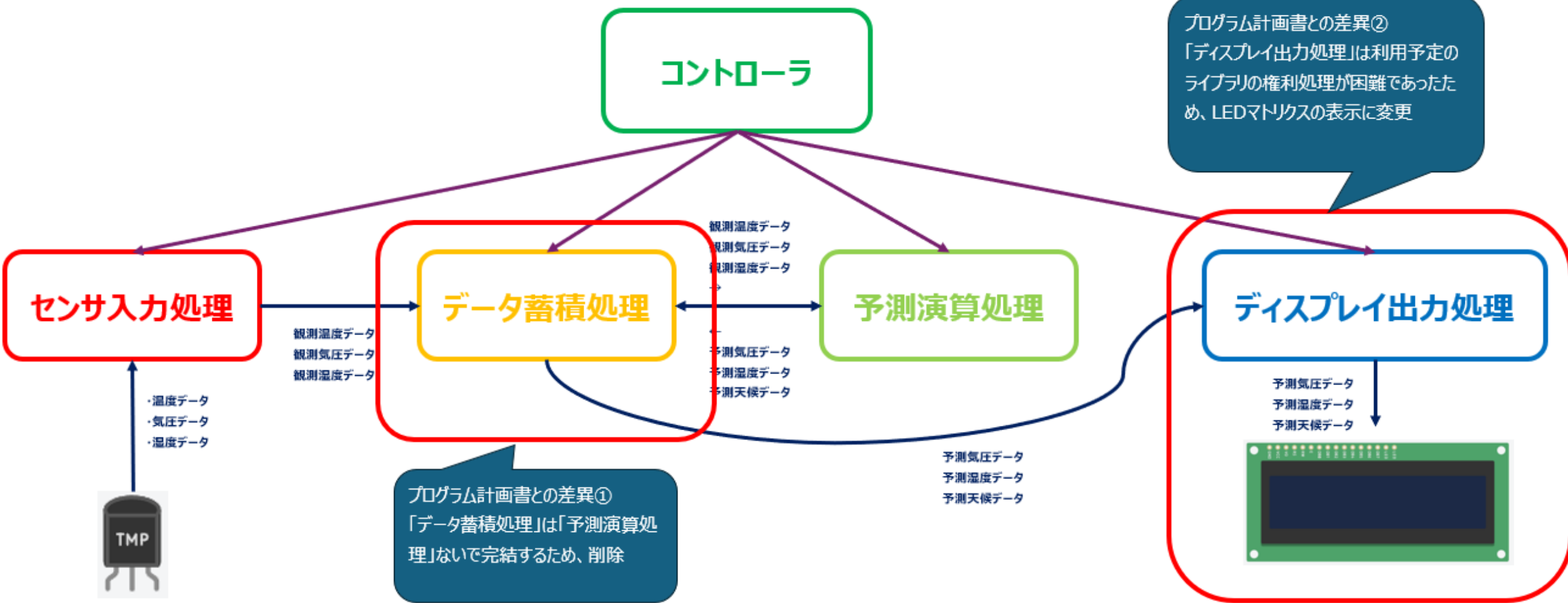
https://www.personal-media.co.jp/book/tw/tw_index/379.html

よりダウンロード

Copyright (C) 2022-2023 by T3 WG of TRON Forum

Copyright (C) 2024 by Personal Media Corporation

プログラム計画書との差異



難しかった点

- ▶ 計算精度：当初PC上で実装したものを移植する形としたが、動作しないあるいは計算結果が誤っている現象が生じた。明示的なキャストや関数コールする箇所を改修したがやや精度が落ちる結果となった（誤差範囲内とはしている）。
- ▶ I²C通信：期限ぎりぎりまで環境センサモジュールとの通信が取れなかった。結果的にはライブラリのチャンネル設定の誤りであったが、通信手順などへの理解不足が露呈した。

今後の課題

- ▶ 計算精度の向上：複雑な演算処理を実行させた際に時間がかかったり結果が誤っていることがあり、計算式の簡易化を行ったが観測結果の値や推定値にやや誤差が出る結果となったため、性能の限界まで精度向上を行っていきたい。
- ▶ オブジェクト指向の導入：今回はC言語にて実装したため、再利用性にやや難が生じてしまっている。環境センサや推論エンジンなどはクラス化して再利用性を高めたい

謝辞

- ▶ 最後に本システムを開発するにあたり、深夜や週末にパソコンの前に引きこもって「怪しいこと」をしていても黙って見守ってくれていた家族、およびこのような機会を設けていただいた事務局の皆様に感謝申し上げます。



■ コードは以下リポジトリ
から取得できます

[https://github.com/shibukawa-
yoshiyuki/AMAGOI_for_microbit](https://github.com/shibukawa-yoshiyuki/AMAGOI_for_microbit)