

CONTENTS

トランジスタ技術

7

2019 第56巻 第7号 通巻第658号

Transistor Gijutsu

<https://toragi.cqpub.co.jp/>

無人運転のキー・テクノロジー

特集

月着陸船アポロに学ぶ 確率統計コンピュータ

チューニングなしで一発立ち! 数式で倒立ロボットの姿勢制御に挑戦

特集執筆: 別府 伸耕

【お知らせ】本特集は加筆、再編集の後、書籍化する予定があります

セミナー動画多数収録! DVD付き

初めての統計的「推定」信号処理

[Chap1] アポロを月に導いたNASAの天才「カルマン」

[Chap2] センサはどれもノイズまみれ! 自動運転は簡単じゃない

[Chap3] 真の値を高確率推定! 統計処理搭載の傾斜計

[Chap4] マイコンが大道芸! 直立静止するカルマン2輪車

[Chap5] スマードに最大確率推定! カルマン・フィルタの動作原理

[Chap6] マイコンに実装! カルマン・フィルタのCプログラム



講師 別府 伸耕

本質理解! 理論解説実習セミナー開催

統計処理による高精度自動制御
「カルマン・フィルタ入門」

●講演内容(2日コース)

●1日目(2019年8月11日)

数学、力学、現代制御理論の基礎

●2日目(2019年8月12日)

確率と統計、カルマン・フィルタの基礎

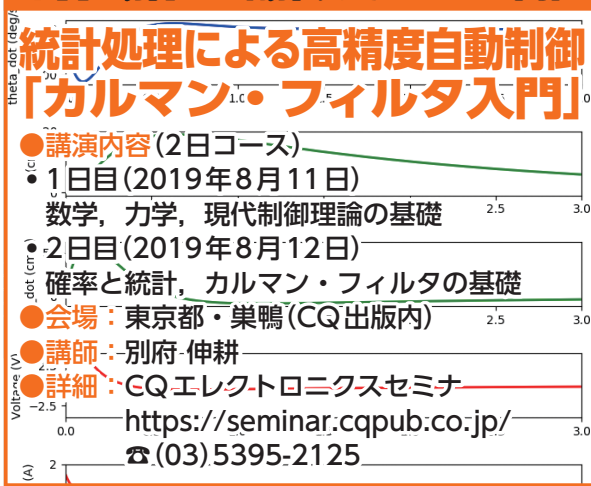
●会場: 東京都・巣鴨(CQ出版内)

●講師: 別府 伸耕

●詳細: CQエレクトロニクスセミナー

<https://seminar.cqpub.co.jp/>

☎(03)5395-2125



新人教育用キット頒布

直立8
静止!

確率統計コンピュータ搭載
「カルマン倒立振子」組立キット

●発売日: 2019年6月20日(予定)

●予価: 20,000円(限定生産)

トランスタ技術 7

特集

50年前の組込システムが人工知能や自動運転の基本を教えてくれる
月着陸船アポロに学ぶ確率統計コンピュータ

特集執筆：別府 伸耕

イントロダクション 自動運転の大先輩「アポロ11号」に学ぶ

- 28 1 雑音まみれの計測値からホントの値をいち早く知りたい/2 ホントの値をスピード推定! カルマン博士の誤差フィルタ/
3 アポロを月へ誘導した71行の誤差最小化プログラム/4 デジタル推論フィルタ「カルマン」のカタチ/5 経験値豊かなベテラン・モデルがいれば早く答えに行き着ける/6 直立&静止! 「倒れないぞ」とがんばるカルマン2輪車を作る

プロローグ [DVD 動画ダイジェスト] 初めての統計的「推定」信号処理

- 34 1 アポロを月に導いたNASAの天才「カルマン」/2 センサはどれもノイズまみれ! 自動運転は簡単じゃない/3 真の値を高確率で推定! 統計処理搭載の傾斜計/4 マイコンが大道芸! 直立静止するカルマン2輪車/5 スマートに最大確率推定! カルマン・フィルタの動作原理/6 マイコンに実装! カルマン・フィルタのCプログラム

第1章 学習キット「カルマン倒立振り子」の製作

- 37 1 2輪で直立静止! アポロの子を作る/2 2輪車の姿勢センサ「傾斜計」のハードウェア/3 傾斜計のソフトウェア開発/
4 カルマン2輪車のハードウェア/5 カルマン2輪車のモデルを作ってパソコンでシミュレーション/6 カルマン2輪車のマイコンCプログラム/7 カルマン2輪車のマイコンCプログラム

第2章 カルマン・フィルタのプログラミングⅠ 3つの数学

- 72 1 動きを表す「初等関数」/2 動きを分析する「微分と積分」/3 分析結果をまとめる「線形代数」

第3章 カルマン・フィルタのプログラミングⅡ 力学の基礎

- 84 1 並進と回転を運動方程式で表す「古典力学」/2 運動方程式を扱いやすくする「解析力学」/3 2輪車の力学モデルを作る

第4章 カルマン・フィルタのプログラミングⅢ 現代制御理論の基礎

- 96 1 2輪車のふるまいを状態方程式で表す/2 自動運転のための条件「可制御性と可観測性」/3 2輪車が安定するかしないかを判定する/4 不安定な2輪車を状態フィードバックで安定化する/5 姿勢安定優先?消費電流優先?お好み設計「最適制御」

第5章 カルマン・フィルタのプログラミングⅣ 確率・統計の基礎

- 112 1 測定値の特徴を捕える「記述統計」/2 測定値の誤差分布①確率の基本とベイズの定理/3 測定値の誤差分布②確率変数と確率分布/4 測定値の誤差分布③2次元と多次元の確率変数/5 測定値の誤差分布④どんな誤差も正規分布に従う

第6章 カルマン・フィルタのプログラミングV マイコンに実装する5つの計算式

- 129 1 カルマン・フィルタの計算式に至る道筋/2 その①ノイズはランダムな時系列データである/3 その②真値算出の基本! 最大事後確率推定(1変数)/4 その③実用的な真値算出! 最大事後確率推定(多変数)/5 その④モデルを加えて精度UP! 1変数カルマン・フィルタ/6 その⑤倒立振子に搭載! 多変数カルマン・フィルタ/7 その⑥アポロの頭脳「カルマン・フィルタ」のまとめ

別冊付録

アナログウェア No.9

布施 和昭, 松尾電機(株) 高藤 裕介

計算式/安全規格/作動メカニズム…知れば知るほど怖くなる

エマージェンシ・マニュアル! 間違いだらけのヒューズ選び

PSoC コーナ

1 万円万能 I/O 計測コンピュータ「Pi Monster」

- 160 ① PSoC とラズベリー・パイの準備

加藤 忠

ベスト・アンサー・コーナ

インダストリ 4.0 に向けて! 工業センサ計測 Q & A

- 175 24ビット A-D コンバータの性能を 100 % 引き出すテクニック

中村 黄三

連載

宇宙ロケット MOMO 開発深掘り体験<5>

- 151 やってみよう! フライト・シミュレーション

稲川 貴大

ダイレクト・サンプリング FM SDR の製作<7>

ミキサ/フィルタ/周波数コンバータ…RF 信号処理ロジックの作り方がわかる

- 168 受信パフォーマンスの鍵を握る FIR フィルタの作り方

林 輝彦

USB マルチ測定器 Analog Discovery で作る私の R&D センタ<11>

出力 0 ~ ±25 V/0.25 A の 10 μV_{RMS} 実験用可変電源の製作
[後編] 基本性能の評価

- 182

遠坂 俊昭

国土地理院 電子基準点 300 箇所の補正データを 24 時間配信

精度数 cm! 準天頂衛星「みちびき」の新測位サービス

- 194 ⑨刻々と変化する衛星配置と測位精度

浪江 宏宗

私の部品箱<92>

自己消費 17 μA ! 1 V 以下までしぶとく動いて吸い尽くす

- 198 1 μA から高速覚醒! 電池 1 本対応昇圧電源 AP3015

登地 功

199 Reader's FORUM

200 Information

202 次号のお知らせ/編集余録

★お詫び「フルディジタル RF プロセッサ SDR で作る私の計測器」, 「インテリジェント派/電源 & パワエレ新設計法」, 「新アナログ & デジタル・フィルタ理論と実践」はお休みさせていただきます。

発行所 CQ出版株式会社
〒112-8619 東京都文京区千石4-29-14
電話 編集 03-5395-2123
広告 03-5395-2131
販売 03-5395-2141
振替 00100-7-10665

発行人/編集人 寺前 裕司
© CQ出版株式会社2019
(無断転載を禁じます)
2019年7月1日発行 (毎月1回1日発行)
日本ABC協会加盟誌
(新聞雑誌部数公表機構)

(定価は表四に表示してあります)

印刷 三晃印刷(株)/大日本印刷(株)
三共グラフィック(株)/クニメディア(株)
製本 三晃印刷(株)
Printed in Japan



本書に記載されている社名、および製品名は、一般に開発メーカーの登録商標または商標です。なお本文中では、™、®、©の各表示を明記していません。