

血糖値計測用自動血管探索・自動採血デバイスの開発

~Development of Automatic Blood Vessel Searching and Blood Collecting Device for Blood Sugar Level Measurement~

水野 賀文 (同志社大学院) 片山 傳生 (同志社大学)
森田 有亮 (同志社大学) 仲町 英治 (同志社大学)

研究概要

近年、糖尿病患者数が著しく増加しており社会問題となっている。糖尿病の予防や治療のためには血糖値管理が必要不可欠である。しかし従来の血糖値計測(SMBG)機器は使用方法が煩雑であるため使用者にとって負担が大きい。そのため、SMBG機器の操作の簡易化および低侵襲化が望まれている。

目的

自動血糖値計測機器に搭載する自動血管探索・採血デバイスの開発

研究課題

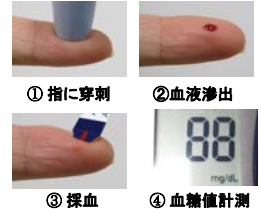
- ① 正確な血管位置の特定 → 3次元血管位置探索システム
- ② 安定した採血および血糖値計測 → 自動採血デバイス
- ③ 操作の簡易化のための全自動化

ユビキタス医療、糖尿病患者のQOL向上に貢献

SMBG機器

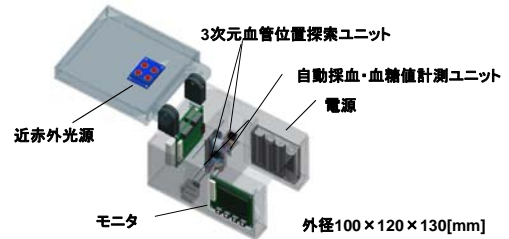


SMBG (Self-Monitoring of Blood Glucose) 機器



自動SMBG機器

手を置きボタンを押すだけで計測可能なシステム



3次元血管位置探索システム

ステレオ・合焦点ハイブリット法

- ① ステレオカメラを平面上で移動させながら画像を取得する。合焦点法による画像解析により鮮明な血管画像を撮影できるカメラの位置を特定する。(Fig.1)
 - ・ X軸の移動により両眼で血管を撮影できる位置を特定
 - ・ Z軸の移動によりカメラのピントのズレを補正
- ② ステレオ法による血管の3次元位置計測を行う。(Fig.2)

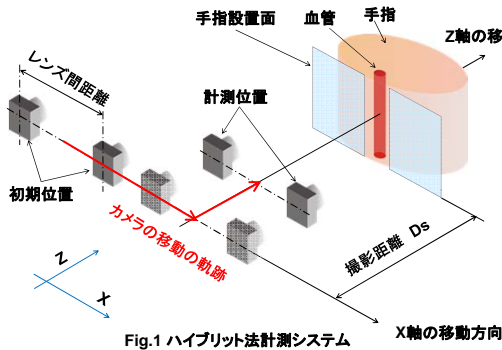


Fig.1 ハイブリット法計測システム

血管深さ算出式

$$D = \frac{\tan \theta_1 \tan \theta_2 \cdot L}{\tan \theta_1 + \tan \theta_2}$$

$$\Delta D = D_b - D_s$$

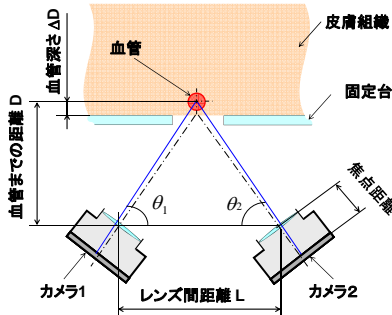


Fig.2 ステレオ計測の模式図

血管位置探索システム

探索システムの仕様

- ・ 光源 ピーク波長870 nmのNIR - LED
- ・ 撮像 CMOSカメラ 約30万画素
- ・ 可視化手法 近赤外光による透過型計測

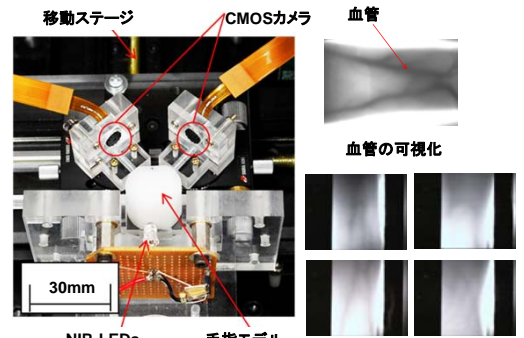
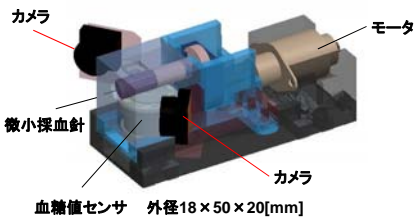


Fig.3 血管位置探索システム

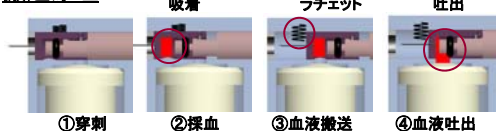
自動血糖値計測システム

自動採血デバイス

- ・ 機構: 血糖値センサー一体型シリンジ機構
血管位置探索用ステレオカメラを搭載
- ・ 採血量: 約10μl
- ・ 針: 低侵襲マイクロ針(外径170, 内径80[μm])
- ・ モーター: リニアステッピングモーター

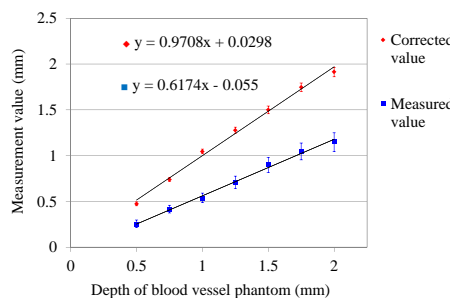


搬送原理



血管位置探索の精度評価

- ・ ポリアセタール製手指モデル
模擬血管の直径0.5 mm

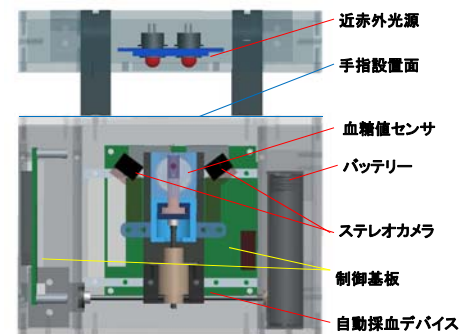


システムの評価

計測の誤差

平均110μm 最大194μm
近赤外光の屈折・散乱の補正により
平均 63μm 最大111μm

自動SMBG機器の開発



- ・ 複数の手指から採血に適した血管を探索
- ・ 自動採血・血糖値計測を行う

今後の方向性

シリコン製採血モデルによる採血実験
人手指の計測および採血の実験