

家庭健康中的 单片机技术

李刚

天津大学精密仪器与光电子工程学院

2009年4月8日

嵌入式系统联谊会
www.esbf.org.cn

家庭健康：

世界发展的大趋势

生活理念的变化：**健康、绿色、高品质**

医疗观念的变化：**预防医学、治未病**

东方哲学的弘扬：**天人合一**

家庭健康：

世界发展的大趋势

无处不在

无时不在

无微不至

家庭健康:

神奇的过采样技术

监护

微弱人体信息检测

微处理器

模数转换器

放大器

精密、昂贵
复杂、困难
动态范围受限
本身有噪声
抗干扰能力差
耗电、占体积

家庭健康：

神奇的过采样技术

为什么要放大器？！

怎样可以不要放大器？！

高分辨率模数转换器！！！！

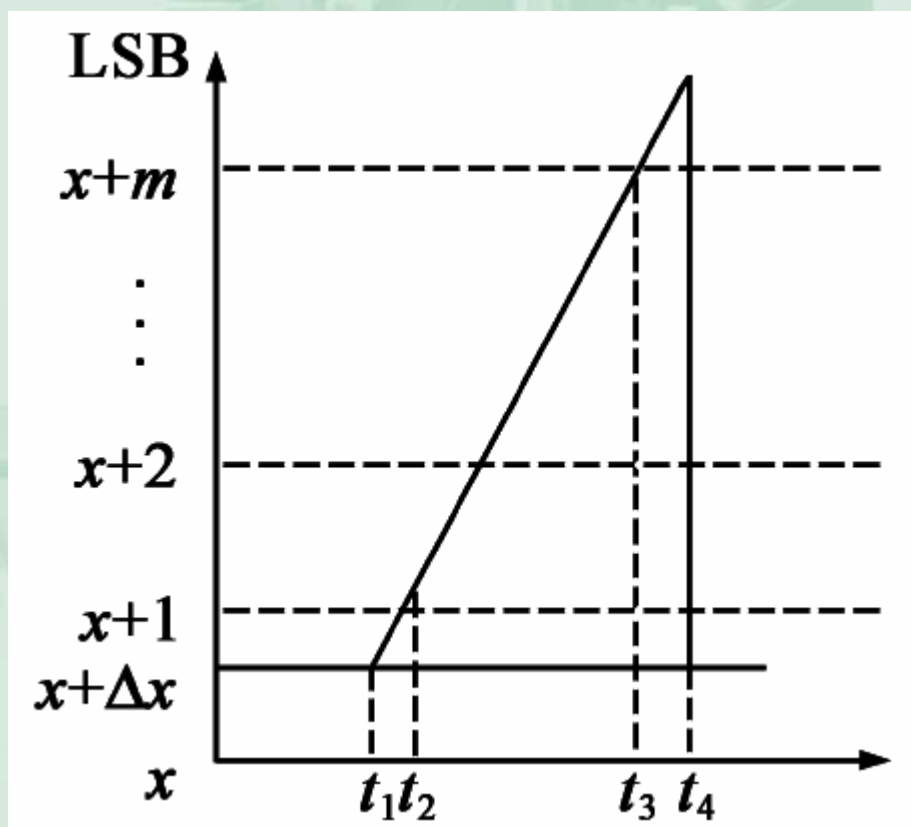
以模数转换器的精度换取放大器的增益

家庭健康:

神奇的过采样技术

“干净”稳定的直流？

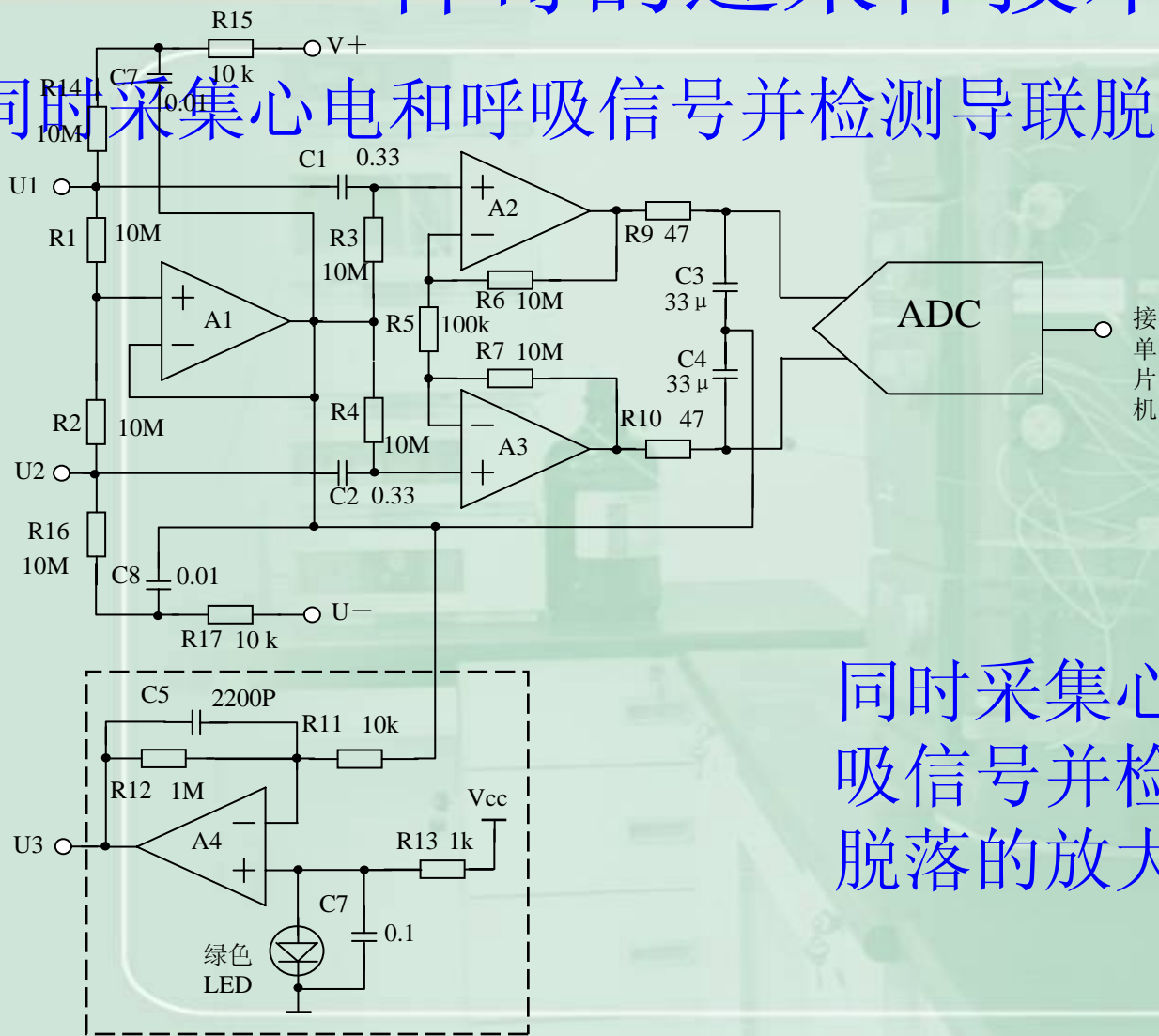
成型信号



家庭健康:

神奇的过采样技术

同时采集心电和呼吸信号并检测导联脱落的放大器



同时采集心电和呼吸信号并检测导联脱落的放大器

家庭健康：

神奇的过采样技术

带来的效益：

成本低廉

体积微小

工艺性好

动态范围宽

抗干扰性强

大幅度产品提高性价比

家庭健康:

神奇的过采样技术

带来的启示:

工夫在诗外——不能仅仅限于单片机

单片计算机——单片与计算是根本

过采样——为数字信号处理替代模拟
信号处理提供了更好的条件

神奇的过采样技术

主要学术成果（论 文）

1. 软件定义仪器的可行性，世界仪表与自动化，2007.10，Vol.11 (10): 21-24.
2. 一种新型数字锁相放大器的设计及其优化算法，天津大学学报，2008年4月，Vol.41（4）：429-432。（EI：082111272966）
3. 结合过采样技术和锯齿波成形函数的微弱信号检测，电子学报，2008年4月，Vol.36（4）：756-759。（EI：082411312847）
4. 基于过采样技术的生物电信号检测，电子学报，2008年7月，Vol.36（7）：1465-1467。（EI：082411312847）
5. 基于过采样的通用生物电检测系统的实现，天津大学学报，2008年10月，Vol.41（10）：1178-1182。（EI：084911765295）
6. 利用过采样技术提高ADC测量微弱信号时的分辨率，纳米技术与精密工程，2009年1月，Vol.7（1）：71-75。（EI：20091111951555）

家庭健康:

神奇的过采样技术

主要学术成果 (专利):

1	200610013461.8	高精度采集微弱信号的方法与电路
2	200710057413.3	高精度模拟/数字转换方法及电路
3	200710059405.2	基于软件定义的仪器仪表电路设计方法和系统
4	200410019083.5	生物电检测电路及其检测方法
5	20810154631.3	生物电放大器

家庭健康:

复杂高速的信号处理

不抽血如何分析血液成份？

不抽血如何得到血液的光谱？

(1)

朗伯—比尔定律

$$\begin{aligned}\Delta OD_i &= \lg\left(\frac{I_{0i}}{I_{i \min}}\right) - \lg\left(\frac{I_{0i}}{I_{i \max}}\right) \\ &= \lg\left(\frac{I_{i \max}}{I_{i \min}}\right) = 0.434(\ln(I_{i \max}) - \ln(I_{i \min}))\end{aligned}$$

家庭健康:

复杂高速的信号处理

从光电脉搏波中提取动态光谱:

困难:

精度、采样率、数据量.....

家庭健康:

复杂高速的信号处理

从光电脉搏波中提取动态光谱:

傅立叶变换提取动态光谱的原理:

由于光电容积脉搏波在各波长下的特性表现为:

1. 各波长的光电容积脉搏波是相似的。
2. 傅里FFT变换本身的性质是线性的。它可将时域信号变换到频域，它具有时域频域的线性关系变化。频域上基波幅值的变化与时域上总的信号幅值的变化关系成比例，可作为定量测量的依据。
3. 对于光谱而言，所有波长吸光度的值同时乘一个系数，并不改变光谱的性质。

家庭健康:

复杂高速的信号处理

从光电脉搏波中提取动态光谱:

傅立叶变换提取动态光谱的优点:

- (a)降低采样率。
- (b)大幅度提高信噪比。
- (c)降低对光谱仪的要求，在采样速度与积分时间取得较好的平衡。

家庭健康:

复杂高速的信号处理

目前取得的成果:

高精度无创检测

血红蛋白

血糖

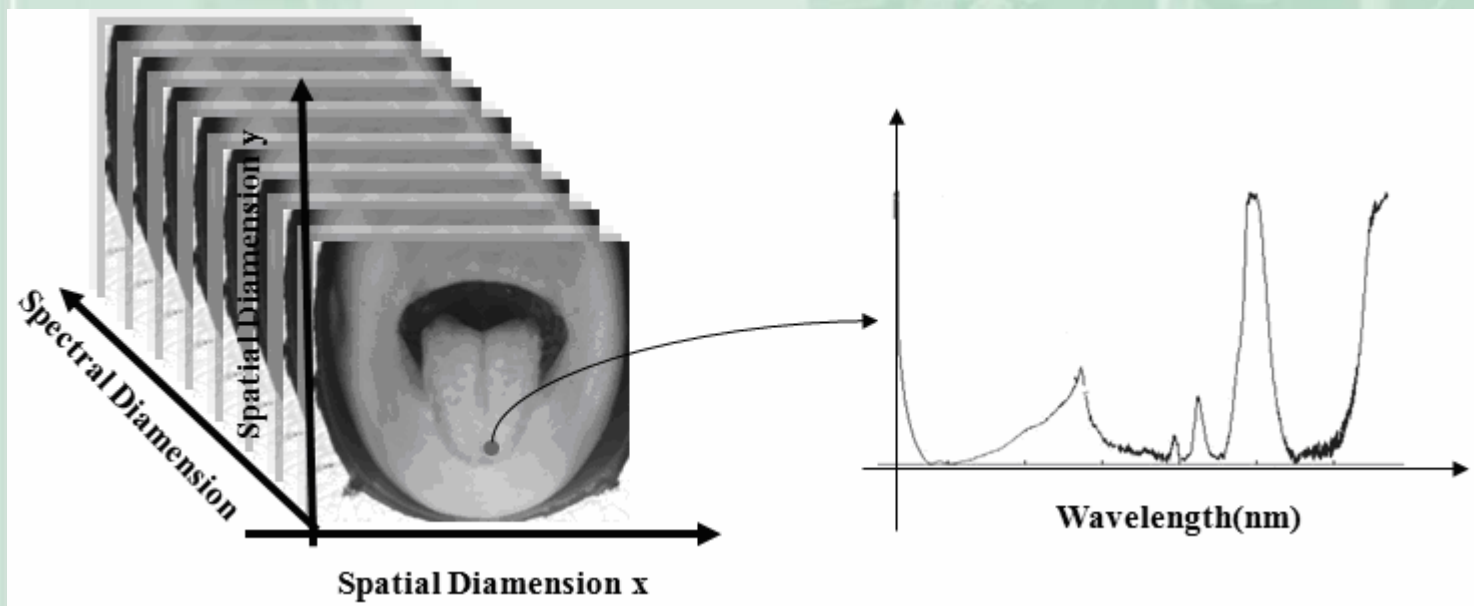
中性粒细胞

红细胞

家庭健康:

巨量数据采集与分析

从中医舌诊说起……



数据量: $1024 \times 1024 \times 1024 \times 1.5$ Byte

(图像像素) (光谱波长数与精度)

家庭健康:

巨量数据采集与分析

目前的研究进展

疾 病	诊断正确率 (%)
肝炎	100
冠心病	95
高血粘症	85.7
脂肪肝	88.9

家庭健康:

巨量数据采集与分析

美好的前景……

家里有个魔镜，照一照就知道…

➤ 我的几个博客

中医的科学探索: <http://www.sciencenet.cn/u/人为峰.htm>

《生物医学电子学》精品课程: <http://202.113.13.85/shengwu/>

学术著作与论文:

<http://www.eefocus.com/myspace/blog/?bid=33023>

单片机与嵌入式系统: <http://ligang59.blog.163.com/edit/>

科学研究与技术开发: <http://blog.sina.com.cn/CMSIhttp>

➤ 我的娘子军（全日制研究生）



谢谢！
请批评指正！

