



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108245194 B

(45)授权公告日 2020.06.19

(21)申请号 201711395807.X

(22)申请日 2017.12.21

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108245194 A

(43)申请公布日 2018.07.06

(73)专利权人 四川省人民医院
地址 610072 四川省成都市青羊区一环路
西二段32号

(72)发明人 阿都建华 尹立雪 张红梅 陆景
谢盛华

(74)专利代理机构 成都正华专利代理事务所
(普通合伙) 51229

代理人 何凡

(51)Int.Cl.
A61B 8/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 101647716 A,2010.02.17,摘要,说明书
第1-5页.

CN 107341820 A,2017.11.10,说明书第
0067-0128段.

CN 104188687 A,2014.12.10,全文.

CN 102113900 A,2011.07.06,全文.

CN 106028947 A,2016.10.12,全文.

CN 102113900 A,2011.07.06,全文.

CN 104834957 A,2015.08.12,全文.

CN 105738847 A,2016.07.06,全文.

陈娜.基于改进布谷鸟算法的图像配准和融
合中的参数优化.《中国硕士学位论文全文数据
库》.2016,

审查员 王婷婷

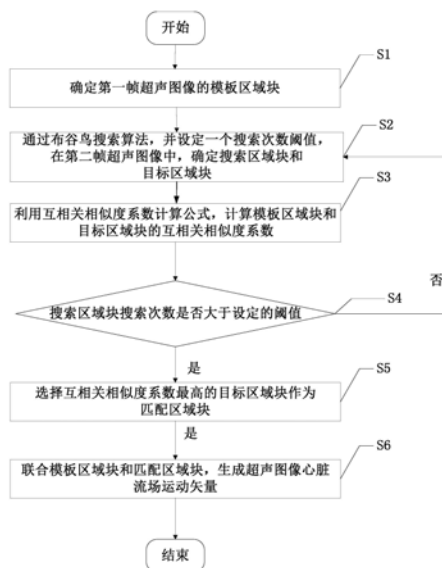
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

基于布谷鸟优化策略的超声图像心脏流场
运动估计方法

(57)摘要

本发明公开了基于布谷鸟优化策略的超声
图像心脏流场运动估计方法,包括以下步骤:S1、
确定第一帧超声图像中的模板区域块和搜索区
域块;S2、通过布谷鸟搜索算法和搜索次数阈值,
在第二帧超声图像中,确定一个目标区域块;S3、
利用互相关相似度系数计算公式,计算模板区域
块和目标区域块的互相关相似度系数;S4、判断
搜索区域块的搜索次数是否大于设定的阈值,若
是则进入步骤S5,否则返回步骤S2;S5、选择互
相关相似度系数最高的目标区域块作为匹配区
域块;S6、联合模板区域块和匹配区域块,生成
超声图像心脏流场运动矢量。本发明提供的方法
计算时间减少,血流流场运动估计误差小,提供
满足实际诊断要求的超声图像心脏流场运动估
计。



1. 基于布谷鸟优化策略的超声图像心脏流场运动估计方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

S1、确定第一帧超声图像中的模板区域块;

S2、通过布谷鸟搜索算法, 并设定一个搜索次数阈值, 在第二帧超声图像中, 确定搜索区域块和目标区域块;

S3、利用互相关相似度系数公式, 计算模板区域块和目标区域块的互相关相似度系数;

S4、判断搜索区域块的搜索次数是否大于设定的阈值, 若是则进入步骤S5, 否则返回步骤S2;

S5、选择互相关相似度系数最高的目标区域块作为匹配区域块;

S6、联合模板区域块和匹配区域块, 生成超声图像心脏流场运动矢量;

所述步骤S2中的布谷鸟搜索算法基于布谷鸟的巢寄行为以及鸟类的莱维飞行行为;

所述布谷鸟的巢寄行为有三条规则: (1) 每一只布谷鸟每一次只能下一个卵, 并且随机的选取一个鸟巢来孵化它; (2) 具有最好的卵的鸟巢将会被保存到下一代; (3) 设定鸟巢的数目是固定的, 宿主发现布谷鸟的卵的概率为 p_a ;

所述莱维飞行是一种随机游走机制, 表示一类非高斯随机过程; 莱维稳定分布的概率密度函数 $p_{\alpha, \beta}(x)$ 用以下莱维分布函数来表示, 其中 α, β 为常量, 当 $\alpha=1/2, \beta=1$ 时:

$$P_{\frac{1}{2}, 1}(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} x^{-3/2} \exp\left(-\frac{1}{2x}\right) & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases} .$$

2. 根据权利要求1所述的基于布谷鸟优化策略的超声图像心脏流场运动估计方法, 其特征在于, 所述模板区域块为第一帧图像中随机选取的区域块, 所述搜索区域块是图像中模板区域块的最大运动幅度设定的最大搜索范围, 所述搜索区域块在模板区域块的运动范围内确定目标区域块。

3. 根据权利要求2所述的基于布谷鸟优化策略的超声图像心脏流场运动估计方法, 其特征在于, 所述模板区域块选取值为 2×2 大小的区域块; 所述搜索区域块选取值为 9×9 大小的区域块。

4. 根据权利要求1所述的基于布谷鸟优化策略的超声图像心脏流场运动估计方法, 其特征在于, 所述步骤S3中互相关相似度系数计算公式为:

$$R = \frac{\sum_{(x,y) \in A} (s(x,y) - \bar{s})(s'(x,y) - \bar{s}')}{\sqrt{\sum_{(x,y) \in A} (s(x,y) - \bar{s})^2 \sum_{(x,y) \in A} (s'(x,y) - \bar{s}')^2}}$$

其中R为互相关相似度系数, S为第一帧超声图像中模板区域块, S'为第二帧超声图像中的目标区域块, A为搜索区域块的搜索范围, \bar{s} 为运动目标区域块的灰度均值, \bar{s}' 为搜索区域块的灰度均值, x、y分别为构成超声图像中各个点的横纵坐标, S(x, y)为第一帧超声图像中模板区域块的位置, S'(x, y)为第二帧超声图像中目标区域块的位置, $\Sigma(x, y)$ 是超声图像中所有区域;

所述互相关相似度系数用于两幅图像区域块之间内容相似程度的比较, 系数值越高图

像区域块内容相似程度越高。

基于布谷鸟优化策略的超声图像心脏流场运动估计方法

技术领域

[0001] 本发明属于超声图像的运动矢量估计方法技术领域,具体涉及一种基于布谷鸟优化策略的超声图像心脏流场运动估计方法。

背景技术

[0002] 心血管疾病是危害人类生命健康最严重的疾病之一,且发病率呈现逐年上升的趋势。根据WHO的报告可知,由心血管疾病导致的死亡病例平均占有所有死亡病例的1/3,全世界每年有超过1700万人因心脏病及其相关疾病死亡。

[0003] 心室内的血流流场复杂多变,为了检测心脏疾病导致的血流流场异常,掌握心脏血流变化过程及其分布就显得十分重要。各种心脏疾病往往会在心动周期的全部或某些特定时相呈现出心腔内血流流场的异常变化,因此深入研究心脏血流流场特征有可能为各种心血管疾病的早期精确诊断提供重要线索和依据。

[0004] 超声图像凭借其非侵害、低成本、诊断便利及时显示器官和组织运动的有点,被用作心脏疾病诊断和心脏功能评价的主要依据。心脏超声动态序列图像能够为临床诊断提供丰富的信息。心脏超声图像的运动估计技术能准确分析心脏血流流场的变化特征,为心脏疾病的早期诊断提供重要线索。目前,心脏超声图像的运动矢量估计方法主要有两大类:光流法和块匹配法。

[0005] 光流法:在空间中运动可以用运动场加以描述,其投影到一个图像平面上就表现为序列图像中的不同图像灰度的分布所发生的变化。将图像上每一个点赋予一个能够反应相应运动的运动矢量,这些运动矢量就构成了光流场。光流可以被看作带有灰度的像素点在图像平面运动所产生的瞬时速度场,其包含了目标运动的信息。

[0006] 块匹配方法:块匹配算法将图像看作是由一个个块组成,且认为各个块中的所有像素的光流是一样的。在下一帧中的一定范围按照一定的匹配准则进行搜索,寻找当前帧的某个块的最相近的对应块,前后两个对应的块的位移向量就作为该块的运动向量。

[0007] 上述两种心脏超声图像的运动矢量估计方法中:光流法计算时间长,受噪声影响大,即使没有发生运动,但外部光照有变化时,也会观察到光流,造成超声图像血流流场运动估计的误差;块匹配法运算速度慢,达不到实时性的要求。

发明内容

[0008] 针对现有技术中的上述不足,本发明提供的基于布谷鸟优化策略的超声图像心脏流场运动估计方法解决了现有方法中,计算时间长、效率低、准确度不够的问题。

[0009] 为了达到上述发明目的,本发明采用的技术方案为:基于布谷鸟优化策略的超声图像心脏流场运动估计方法,包括以下步骤:

[0010] S1、确定第一帧超声图像中的模板区域块;

[0011] S2、通过布谷鸟搜索算法,并设定一个搜索次数阈值,在第二帧超声图像中,确定搜索区域块和目标区域块;

[0012] S3、利用互相关相似度系数公式,计算模板区域块和目标区域块的互相关相似度系数;

[0013] S4、判断搜索区域块的搜索次数是否大于设定的阈值,若是则进入步骤S5,否则返回步骤S2;

[0014] S5、选择互相关相似度系数最高的目标区域块作为匹配区域块;

[0015] S6、联合模板区域块和匹配区域块,生成超声图像心脏流场运动矢量。

[0016] 本发明的有益效果为:运用布谷鸟搜索算法和互相关相似度系数的计算对超声图像心脏流场运动进行估计,计算时间减少,血流流场运动估计误差小,提供满足实际诊断要求的超声图像心脏流场运动估计,为检测心脏疾病导致的血流流场异常提供相关依据。

[0017] 进一步地,所述模板区域块为第一帧图像中随机选取的区域块,所述搜索区域块是图像中模板区域块的最大运动幅度设定的最大搜索范围,所述搜索区域块在模板区域块的运动范围内确定目标区域块。

[0018] 上述进一步方案的有益效果为:确定模板区域块和搜索区域块的大小,便于后续执行布谷鸟算法和互相关相似度系数的计算。

[0019] 进一步地,其特征为,所述模板区域块选取值为 2×2 大小的区域块;所述搜索区域块选取值为 9×9 大小的区域块。

[0020] 上述进一步方案的有益效果为:由于超声心脏图像中血流流场的运动剧烈,变化速度快,所以要选取较小的区域块能提高运动估计的准确性;对超声图像而言,时间分辨率很高,图像帧的采集间隔时间很短,所以选取较大的区域块更为合适。

[0021] 进一步地,其特征为,所述步骤S2中的布谷鸟搜索算法基于布谷鸟的巢寄行为以及鸟类的莱维飞行行为。

[0022] 进一步地,所述布谷鸟的巢寄行为有三条规则:(1)每一只布谷鸟每一次只能下一个卵,并且随机的选取一个鸟巢来孵化它;(2)具有最好的卵的鸟巢将会被保存到下一代;(3)设定鸟巢的数目是固定的,宿主发现布谷鸟的卵的概率为 p_a 。

[0023] 上述进一步方案的有益效果为:设定布谷鸟的巢寄行为规则,便于后续目标区域块的确定。

[0024] 进一步地,所述莱维飞行是一种随机游走机制,表示一类非高斯随机过程;莱维稳定分布的概率密度函数 $p_{\alpha, \beta}(x)$ 用以下莱维分布函数来表示,其中 α, β 为常量,当 $\alpha = 1/2, \beta = 1$ 时:

$$[0025] \quad P_{\frac{1}{2}, 1}(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} x^{-3/2} \exp\left(-\frac{1}{2x}\right) & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

[0026] 上述进一步方案的有益效果为:通过莱维飞行机制,能够快速完成全局搜索,确定目标。

[0027] 进一步地,所述步骤S3中互相关相似度系数计算公式为:

$$[0028] \quad R = \frac{\sum_{(x,y) \in A} (s(x,y) - \bar{s})(s'(x,y) - \bar{s}')}{\sqrt{\sum_{(x,y) \in A} (s(x,y) - \bar{s})^2 \sum_{(x,y) \in A} (s'(x,y) - \bar{s}')^2}}$$

[0029] 其中R为互相关相似度系数,S为第一帧超声图像中模板区域块,S'为第二帧超声图像中的目标区域块,A为搜索区域块的搜索范围, \bar{s} 为运动目标区域块的灰度均值, \bar{s}' 为搜索区域块的灰度均值,x、y分别为构成超声图像中各个点的横纵坐标,S(x,y)为第一帧超声图像中模板区域块的位置,S'(x,y)为第二帧超声图像中目标区域块的位置, $\Sigma(x,y)$ 是超声图像中所有区域;

[0030] 所述互相关相似度系数用于两幅图像区域块之间内容相似程度的比较,系数值越高图像区域块内容相似程度越高。

[0031] 上述进一步方案的有益效果为:运用互相关相似度系数计算公式,根据计算出的系数值的大小来判断图像区域块内容的相似程度,进而确定匹配区域块。

附图说明

[0032] 图1为基于布谷鸟优化策略的超声图像心脏流场运动估计方法实现流程图。

[0033] 图2为莱维飞行的运动轨迹示意图。

[0034] 图3为相邻两帧图像相似度匹配示意图。

[0035] 图4为相邻两帧超声图像运动矢量图。

[0036] 图5为图4在局部放大后的心脏内流场运动变化图。

具体实施方式

[0037] 下面对本发明的具体实施方式进行描述,以便于本技术领域的技术人员理解本发明,但应该清楚,本发明不限于具体实施方式的范围,对本技术领域的普通技术人员来讲,只要各种变化在所附的权利要求限定和确定的本发明的精神和范围内,这些变化是显而易见的,一切利用本发明构思的发明创造均在保护之列。

[0038] 如图1所示,基于布谷鸟优化策略的超声图像心脏流场运动估计方法的实现包括以下步骤:

[0039] S1、确定第一帧超声图像中的模板区域块;

[0040] 其中,首先需要确定模板区域块的形状和大小,由于超声心脏图像中血流流场的运动激烈,变化速度快,因此选取较小区域块作为分块标准,选取值为 2×2 大小的区域块;其次,运动的搜索需要设定一个范围,根据估算图像中模板区域块的最大运动幅度设定的最大搜索范围,运动搜索的范围将会影响运动估计的准确性和算法的时间复杂性,对于超声图像而言,时间分辨率很高,图像帧的采集时间间隔很短,因此采用 9×9 大小的区域块作为模板区域块的搜索范围,搜索区域块在目标区域块的运动范围内确定目标区域块。

[0041] S2、通过布谷鸟搜索算法,并设定一个搜索次数阈值,在第二帧超声图像中,确定搜索区域块和目标区域块;

[0042] 布谷鸟算法是基于布谷鸟的寄生行为以及鸟类的莱维飞行行为的新启发式算法,在算法中,设定的阈值控制搜索区域块在当前帧图像中运用布谷鸟搜索算法确定图像

中目标区域块的个数,便于后续步骤执行互相关相似度系数计算和选择最高的互相关相似度系数所对应的目标区域块。利用莱维飞行更新解,一些新解是在当前最优解通过莱维飞行产生,这可以加速局部搜索,但另外一部分新解的产生必须远离当前最优解以保证系统不会陷入局部最优。

[0043] S3、利用互相关相似度系数公式,计算模板区域块和目标区域块的互相关相似度系数;

[0044] 互相关相似度系数计算公式为:

$$[0045] \quad R = \frac{\sum_{(x,y) \in A} (s(x,y) - \bar{s})(s'(x,y) - \bar{s}')}{\sqrt{\sum_{(x,y) \in A} (s(x,y) - \bar{s})^2 \sum_{(x,y) \in A} (s'(x,y) - \bar{s}')^2}} \quad (1)$$

[0046] 其中R为互相关系数,S为第一帧超声图像中模板区域块,S'为第二帧超声图像中的目标区域块,A为搜索区域块的搜索范围, \bar{s} 为运动目标区域块的灰度均值, \bar{s}' 为搜索区域块的灰度均值,x、y分别为构成超声图像中各个点的横纵坐标,S(x,y)为第一帧超声图像中模板区域块的位置,S'(x,y)为第二帧超声图像中目标区域块的位置, $\Sigma(x,y)$ 是超声图像中所有区域;互相关相似度系数用于两幅图像区域块之间内容相似程度的比较,系数值越高图像区域块内容相似程度越高。

[0047] S4、判断搜索区域块的搜索次数是否大于设定的阈值,若是则进入步骤S5,否则返回步骤S2;

[0048] S5、选择互相关相似度系数最高的目标区域块作为匹配区域块;

[0049] S6、联合模板区域块和匹配区域块,生成超声图像心脏流场运动矢量。

[0050] 在上述步骤S2中,布谷鸟搜索算法是基于布谷鸟的巢寄生行为以及鸟类莱维飞行行为。为了模拟布谷鸟的产卵行为,设定了三条规则:(1)每一只布谷鸟每一次只能产下一个卵,并且随机的选取一个鸟巢来孵化它;(2)具有最好的卵的鸟巢将会被保存到下一代;(3)设定鸟巢的数目是固定的,宿主发现布谷鸟的卵的概率为 p_a 。

[0051] 莱维飞行是一种典型的随机游走机制,表示一类非高斯随机过程;莱维稳定分布的概率密度函数 $p_{\alpha,\beta}(x)$ 没有统一形式,在特殊情况下, $p_{\alpha,\beta}(x)$ 用以下莱维分布函数来表示, α 、 β 为常量,当 $\alpha=1/2$ 、 $\beta=1$ 时:

$$[0052] \quad P_{\frac{1}{2},1}(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} x^{-3/2} \exp\left(-\frac{1}{2x}\right) & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

[0053] 莱维飞行的运动轨迹示意图如图2所示,从图中可以看出,由于莱维飞行二阶矩发散,其运动过程总是在较小聚焦情况下发生很大的跳跃。这样算法具有非常强的全局搜索能力,同时,根据巢寄生行为原巢主发现布谷鸟卵的思想,对一部分解进行丢弃并进行更新。

[0054] 在上述步骤S3中,互相关相似度系数公式用来计算图像中区域块的相似度,互相关相似度系数主要用于两幅图像区域块之间内容相似程度的比较,根据系数值的大小来判断图像区域块内容的相似度程度。在本发明提供的超声图像心脏流场运动估计方法中,互

相关相似度系数用于检查超声心脏图像中区域块位置在系列图像中的位置,根据之前确定的模板区域块与图像中互相关相似度系数最高的目标区域块的位置,可以实现心脏流场的运动估计,如图3所示,相邻两帧图像中,通过在当前帧确定的模板区域块和搜索区域块,运用布谷鸟搜索算法和互相关相似度系数的计算实现血流流场的运动跟踪。

[0055] 运用上述心脏流场运动估计方法,得到如图4和图5所示,相邻两帧超声图像心脏流场运动矢量图和局部放大后展示的内心脏内流场运动变化图,根据运动矢量方向,可以得出心脏流场的运动方向,根据其中部分异常心脏流场方向,判断出是否可能患有心脏类疾病。

[0056] 需要说明的是,上述事实例中第一帧超声图像和第二帧超声图像是相对的,在实际对超声图像心脏流场运动估计时,超声图像在变化过程中,最新一帧超声图像作为第二帧超声图像,前一帧超声图像作为第一帧超声图像,得到相邻两帧图像中匹配区域块作为新的模板区域块,与下一帧的超声图像中的目标区域块计算互相关相似度系数,选择新的匹配区域块;联合每个模板区域块和匹配区域块,实现超声图像心脏流场运动估计。

[0057] 本发明的有益效果为:运用布谷鸟搜索算法和互相关相似度系数的计算对超声图像心脏流场运动进行估计,计算时间减少,血流流场运动估计误差小,提供满足实际诊断要求的超声图像心脏流场运动估计,为检测心脏疾病导致的血流流场异常提供相关依据。

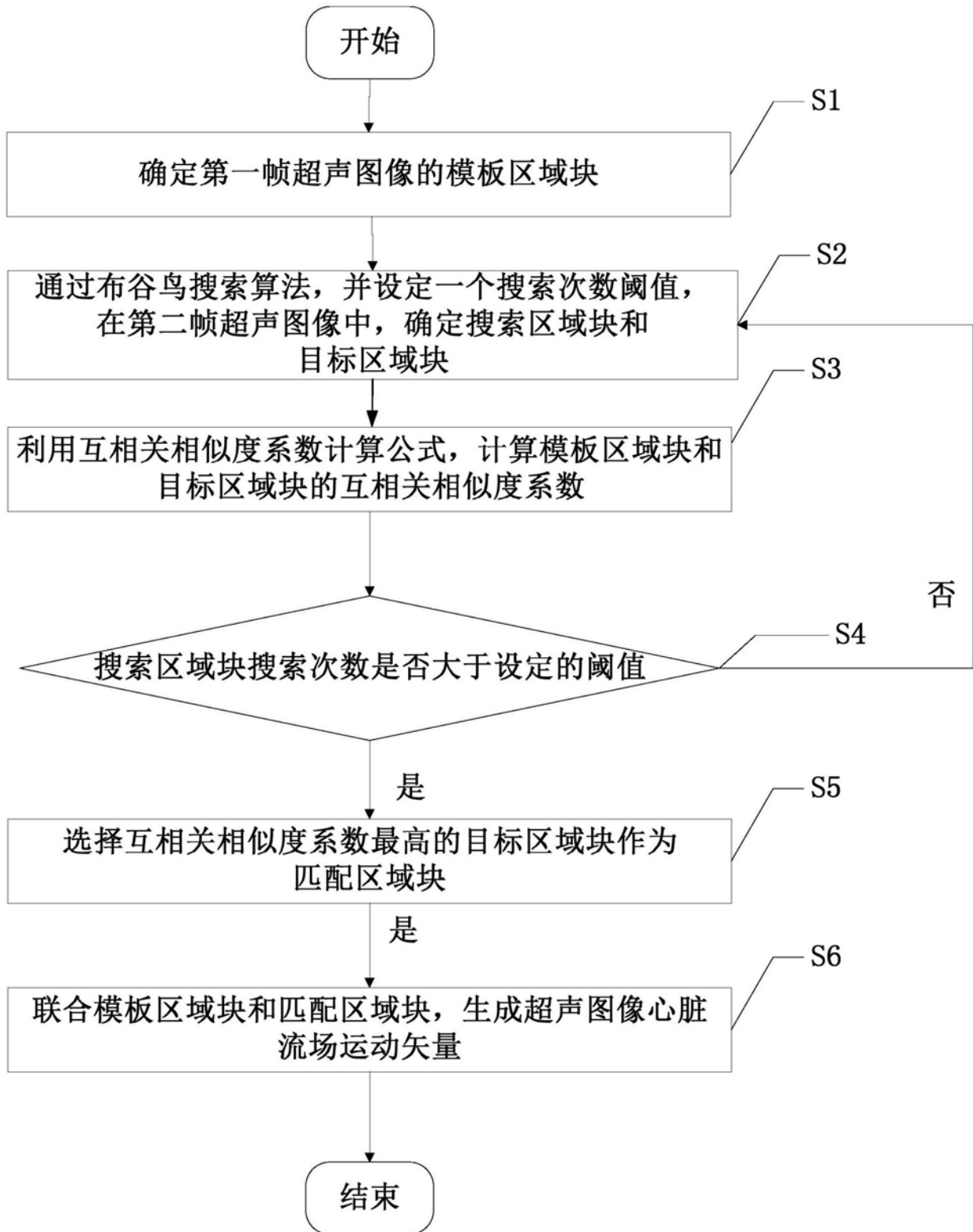


图1

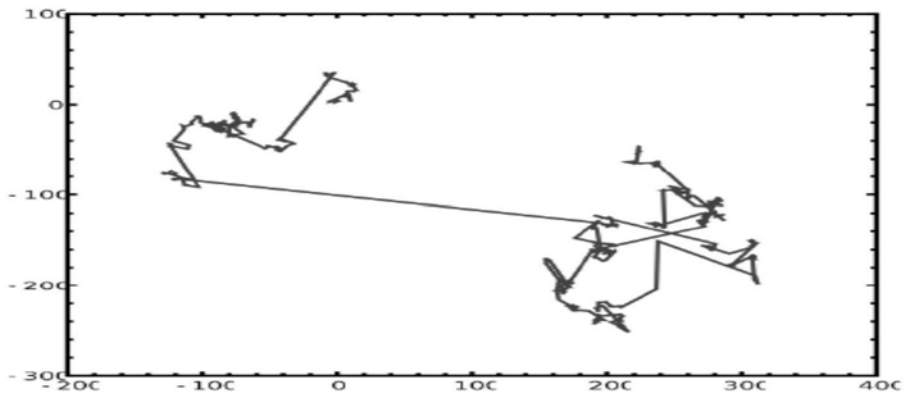


图2

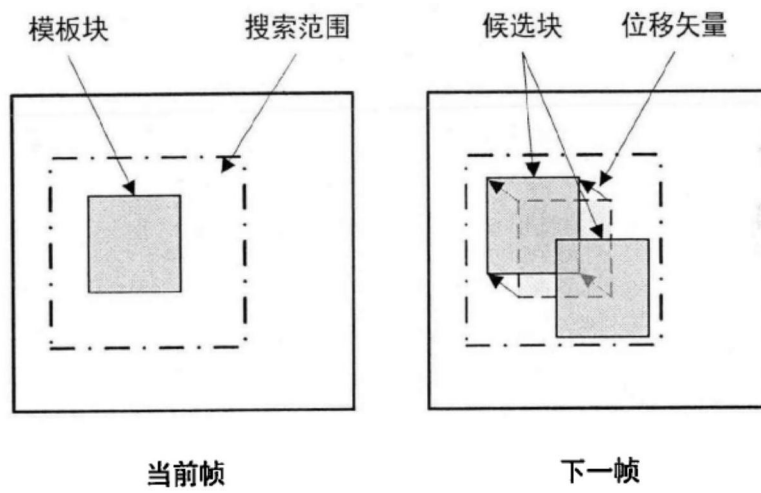


图3

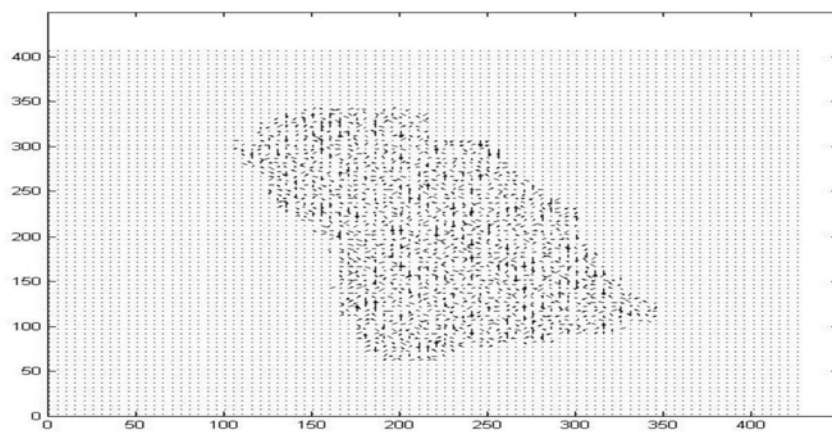


图4

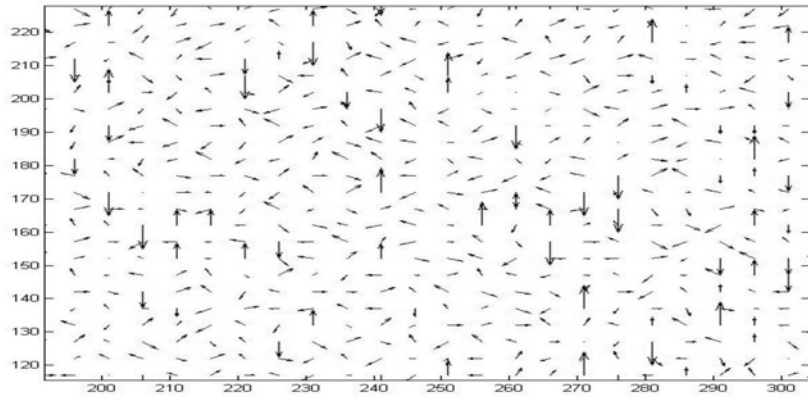


图5

| | | | |
|----------------|---------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译) | 基于布谷鸟优化策略的超声图像心脏流场运动估计方法 | | |
| 公开(公告)号 | CN108245194B | 公开(公告)日 | 2020-06-19 |
| 申请号 | CN201711395807.X | 申请日 | 2017-12-21 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 四川省人民医院 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 四川省人民医院 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 四川省人民医院 | | |
| [标]发明人 | 阿都建华 尹立雪 张红梅 陆景 谢盛华 | | |
| 发明人 | 阿都建华 尹立雪 张红梅 陆景 谢盛华 | | |
| IPC分类号 | A61B8/06 | | |
| 代理人(译) | 何凡 | | |
| 审查员(译) | 王婷婷 | | |
| 其他公开文献 | CN108245194A | | |
| 外部链接 | SIPO | | |

摘要(译)

本发明公开了基于布谷鸟优化策略的超声图像心脏流场运动估计方法，包括以下步骤：S1、确定第一帧超声图像中的模板区域块和搜索区域块；S2、通过布谷鸟搜索算法和搜索次数阈值，在第二帧超声图像中，确定一个目标区域块；S3、利用互相关相似度系数公式，计算模板区域块和目标区域块的互相关相似度系数；S4、判断搜索区域块的搜索次数是否大于设定的阈值，若是则进入步骤S5，否则返回步骤S2；S5、选择互相关相似度系数最高的目标区域块作为匹配区域块；S6、联合模板区域块和匹配区域块，生成超声图像心脏流场运动矢量。本发明提供的方法计算时间减少，血流流场运动估计误差小，提供满足实际诊断要求的超声图像心脏流场运动估计。

