

doi: 10.7690/bgzdh.2020.02.005

基于 ARINC661 的多点触控手势数据提取算法

许舒晨, 孙永荣, 赵科东, 赵 伟

(南京航空航天大学自动化学院, 南京 210016)

摘要: 为解决 ARINC661 规范下多点触控手势数据量大、识别效率低, 难以准确定位到相关窗体部件的问题, 提出一种多点触控手势数据提取算法。根据 ARINC661 规范, 进行多点触控触点数据和手势数据提取算法设计, 对原始数据进行预检测、标准化处理, 将单点触控手势数据与多点触控手势数据统一化处理, 根据触点定位相关窗体部件。测试结果表明: 该算法合理可行, 软件运行可靠, 所提取的触控手势数据能为手势识别提供依据。

关键词: ARINC661; 多点触控; 预检测; 标准化; 目标定位

中图分类号: TP391 **文献标志码:** A

Multi-touch Gesture Data Extraction Algorithm Based on ARINC661

Xu Shuchen, Sun Yongrong, Zhao Kedong, Zhao Wei

(College of Automation Engineering, Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: In order to solve the problem that the multi-touch gestures under the ARINC661 specification have large data volume and low recognition efficiency, and it is difficult to accurately locate the relevant window components, a multi-touch gesture data extraction algorithm is proposed. According to the ARINC661 specification, the multi-touch contact data and gesture data extraction algorithm are designed, the original data is pre-detected and standardized, and the single-touch gesture data and the multi-touch gesture data are unified, according to the contacts locate relevant widget part. The test results show that the algorithm is reasonable and feasible, and the software runs reliably. The extracted touch gesture data can provide a basis for gesture recognition.

Keywords: ARINC661; multi-touch; pre-detect; standardization; target location

0 引言

多点触控是一种友好的人机交互方式^[1-2], 用户可以通过多个触点与系统进行交互^[3-4]。2001年, 美国航空无线电协会提出了 ARINC661 规范, 将逻辑处理功能与图形显示功能分离, 定义了 CDS (cockpit display system) 和 UA (user application) 之间的接口, 在提高开发效率的同时降低了维护成本^[5-6]。ARINC661-6 协议中首次提出了多点触控管理窗体部件的概念, 并且随着大尺寸红外触控屏的飞速发展^[7], 多点触控技术逐渐走进座舱显示系统。

在 ARINC661 规范下, 飞行员对机载显示器的触摸屏进行操作, 产生触屏操作信息。CDS 捕捉用户操作行为, 即将触屏信息进行转化, 映射预先定义好的手势并定位相关窗体部件。随后 CDS 打包有效数据发送给 UA, 等待 UA 的反馈数据改变相应窗体部件的状态。

红外触控屏提供的原始数据是触点的坐标集合, 数据量大, 基于 ARINC661 的手势需要定位到相关窗体部件^[8], 现有的数据提取技术无法满足需

求。笔者基于 ARINC661-6 规范, 研究了多点触控手势数据提取算法, 根据触点获取相关窗体部件号, 对触控屏原始数据进行预检测、标准化处理, 将单点触控手势数据与多点触控手势数据统一化。

1 手势数据提取方案

1.1 手势数据

如图 1 所示, 红外触控屏四周排列着许多红外发射管和红外接收管。当有物体(手指、触控笔等)触摸屏幕时, 触点横竖方向的红外光亮会受到影响, 经过传感器和处理器, 便可以得到触点位置信息^[9]。

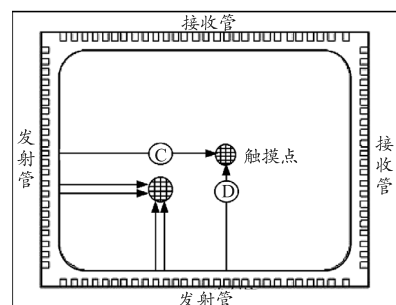


图 1 红外触摸屏工作原理

收稿日期: 2019-11-13; 修回日期: 2019-12-18

基金项目: 江苏省产学研前瞻性联合研究基金(BY203003-02)

作者简介: 许舒晨(1995—), 男, 江苏人, 硕士, 从事控制工程研究。E-mail: xsc@nuaa.edu.cn。

目前,主流的触控屏按照固定频率刷新红外线,按照时间顺序将触点的位置坐标信息传给上位机。根据触控屏特性,触控手势是一个或多个连续的触点轨迹,轨迹实质上是触点的集合^[10]。根据 ARINC661 规范,事件操作作用于特定的窗体部件,触控手势也不例外。笔者设计的多点触控触点数据包括手势 ID、WIDGETID 和坐标点集。ID 为手势编号,不同的手势,编号也不同;WIDGETID 为手势作用的窗体部件号;坐标点集为组成此手势轨迹的触点在 ARINC661 坐标系下的位置信息。

1.2 手势数据提取算法

红外触摸屏提供的原始数据量大,不同手势之间数据量差距大,且在 ARINC661 规范下无法定位到相关窗体部件,给后续的手势识别工作带来不便。针对此问题,笔者设计了手势数据提取算法如图 2 所示。获取来自红外触摸屏的原始数据后首先要对其进行预处理,剔除其中的突变点并将屏幕坐标信息转化为 ARINC661 坐标信息。接着对手势数据进行标准化处理,在不影响手势形状、方向的前提下使数据量统一,消除不同手势之间数据量差距大的影响。然后定位手势所作用的窗体部件,最后将多点触控手势数据与单点触控手势数据统一化,方便识别。

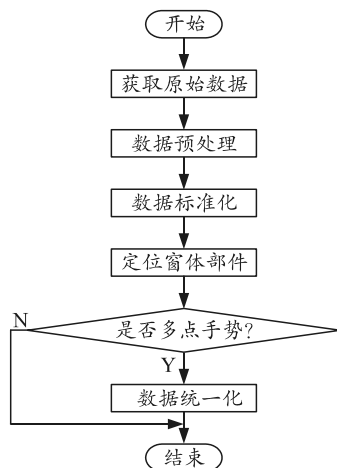


图 2 手势数据提取算法流程

2 手势数据提取算法关键技术

2.1 原始数据预处理

红外触摸屏的触点原始数据由相对屏幕左下角的 X 坐标、Y 坐标和采集时间 3 部分组成。采集时间的间隔相同,这部分数据可以舍弃,通过坐标点集的前后顺序判断方向。X 坐标和 Y 坐标是触摸屏原始坐标系的坐标数据,需将其转化为 ARINC661

坐标系下的坐标数据,以方便根据触点位置定位相关窗体部件。触摸屏坐标系和 ARINC661 坐标系的坐标原点均固定在左下角,向上是 Y 轴的正向,向右是 X 轴的正向^[11]。由于设定的原点位置一致,按比例将触摸屏坐标数据转化为 ARINC661 坐标数据即可。

由于实际操作中存在误触碰等情况,触摸屏的原始数据中可能存在突变点,为消除突变点的影响,设立距离阈值。相邻的触点之间采集时间间隔相同,若某一触点与相邻触点的距离均超过距离阈值,判断其为突变点并舍弃此触点数据^[12]。

2.2 标准化处理技术

不同用户操作习惯不同,不同型号的红外触摸屏数据采集频率不同,不同触控手势长度也不同,这就导致不同手势数据量不同,有些甚至差距极大,给后续的手势识别工作带来难度。针对此问题,笔者研究了手势数据标准化处理技术,在不影响触控手势形状和方向的前提下,使不同的手势数据量相同。标准化处理流程如图 3 所示。

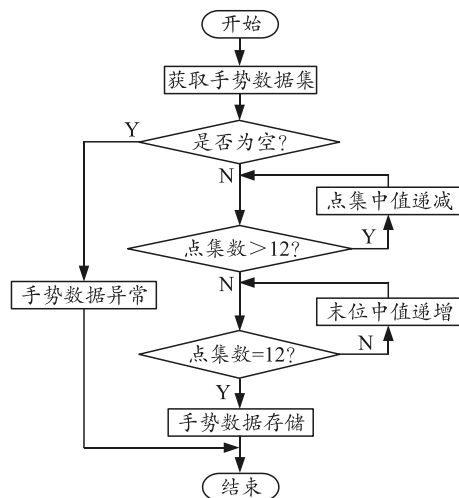


图 3 标准化处理流程

标准化处理技术将每一个单点手势转化为点集数据量为 12 的标准手势数据集。获取预处理后的手势数据集后,如果不为空,便将其数据量向 12 转化。对于手势触点数大于 12 的,采取中值递减的方法减少触点数。将数据集内的触点从前向后两两求中点,遍历过后舍弃原触点数据,将新得到的中点数据作为新的触点数据,每次中值递减减少一个触点数据,直到触点数降低到 12 为止。对于手势触点数小于 12 的,采取末位中值递增的方法增加触点数。求末位 2 个触点的中点,将新得到的中点数据加入原触点集中,位置在倒数第 2 位,每次末位递

增增加一个触点数据，直到触点数增加到 12 为止。

2.3 单点、多点数据统一化技术

对于多点触控手势，很多识别方案的思想是将其拆分为多个单点手势后，多次输入神经网络识别^[13]，再将识别结果结合识别。这种方法虽然简单易实现，但是最终识别率为多个单点手势识别率之积，准确度偏低。同时，新增的多点触控手势需要手动配置单点手势组合，扩展性差。统一化技术使得单点手势作为多点手势的一种特殊形式而存在，只需要向神经网络输入一次即可识别，保证了手势的唯一性，同时方便了后续新手势的添加。

现阶段所使用的多点触控手势均为双点触控，笔者研究重点在于单点手势与双点手势的统一。前面提到，将所有的单点手势数据均标准化为 12 个触点数据的集合。设计一个数量为 24 的点集，如果是双点手势，则前后两端 12 点各自代表了一个独立的单点手势；如果是单点手势，则在后 12 点中补其空坐标(0,0)。后续升级到三点乃至全指手势时，只需增加点集的数量，以同样的方法均可以对手势进行统一化。

2.4 触点定位窗体部件技术

ARINC661 规范将座舱显示系统画面与控制分开，显示器根据指令显隐窗体部件，但并不知道画面内容，当用户点击时，也就无法定位到相关窗体部件。如图 4 所示，ARINC661 规范中广泛使用“窗体化”的概念，某种意义上可以与计算机桌面类比。显示单元由一组窗口组成，单个窗口内可显示多个不同的图层，图层提供区域来显示多个不同的窗体部件^[14]。

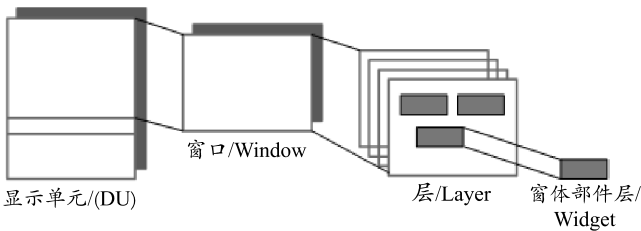


图 4 分层显示原理

单点手势的第 1 个触点决定手势作用的窗体部件，多点手势作用的窗体部件是其分解后各个单点手势第 1 个触点作用的窗体部件集合。触点定位窗体部件技术可以根据触点位置得到其作用的窗体部件号，处理过程如图 5 所示。ARINC661 协议下的画面是叠加显示的，最后渲染的画面显示在最上面，优先级最高；因此，获取触点位置信息后首先指向

最上层窗口。若其不存在，直接结束；若其为空，则指向下一层窗口。当指向的窗口内有渲染的画面时，以同样的方式探索其内的图层，对内有渲染画面的图层进行窗体部件遍历，若成功定位，存储相关窗体部件号；若定位失败，则继续向下层图层，下层窗口探索，直到定位成功或遍历完所有窗口。

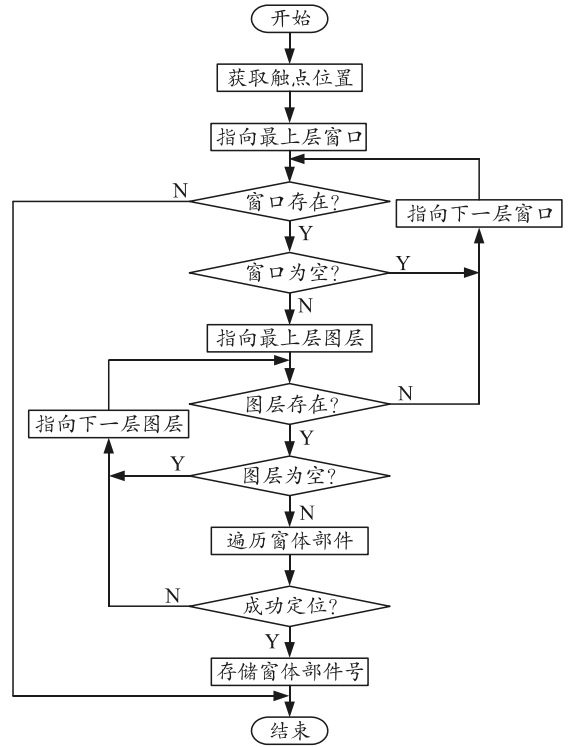


图 5 触点定位窗体部件流程

3 功能实例测试

多点触控手势数据提取算法对触控屏原始数据进行预处理和标准化，定位手势所作用的窗体部件，给后续的手势识别工作带来便利。如图 6 所示，对单点拖拽手势进行实例测试，其中“秒表信息”处箭头为手势轨迹和方向。触点高亮对比如图 7 所示，其中矩形框标注的点为突变点，算法解算出拖拽手势作用的窗体部件号为 29。



图 6 单点拖拽手势实例检测

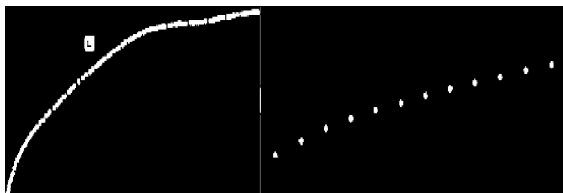


图 7 单点拖拽手势触点高亮对比

如图 8 所示，对多点旋转手势进行实例测试，图中左侧时钟处箭头为手势轨迹和方向。触点高亮对比如图 9 所示，算法解算出旋转手势作用的窗体部件号为 146。



图 8 多点旋转手势实例检测



图 9 多点旋转手势触点高亮对比

经过测试，笔者研究的基于 ARINC661 多点触控手势数据提取算法能够在不改变手势方向和形状的情况下，完成对有效数据的提取，并将其标准化、统一化。

4 结束语

笔者介绍了基于 ARINC661 的多点触控手势数据提取算法，研究了原始数据预处理和标准化技术，实现了对有效数据的提取和数据的标准化；研究了

单点、多点数据统一化技术，减小了后续识别工作的难度，提高了手势库的延展性；研究触点定位窗体部件技术，可根据触点位置定位其所作用的窗体部件号。经过测试和验证：该方法实际使用情况良好，能够完成 ARINC661 协议背景下对多点触控手势数据的提取。

参考文献：

- [1] 王哲元, 李卫民. 民机驾驶舱多点触控技术的研究与应用进展[J]. 航空电子技术, 2018, 49(1): 31-36, 41.
- [2] PO-HUAN T, SHIH-HSUAN H, PEI-YING C, et al. EZ-Manipulator: Designing a mobile, fast, and ambiguity-free 3D manipulation interface using smartphones[J]. Computational Visual Media, 2018, 4(2): 139-147.
- [3] 张锋, 陈硕. 多点触控交互方式的回顾与展望[J]. 人类工效学, 2010, 16(4): 76-78.
- [4] 王哲元, 李卫民. 民机驾驶舱多点触控技术的研究与应用进展[J]. 航空电子技术, 2018, 49(1): 31-36, 41.
- [5] 王瑞球, 王敬驰, 王伟. 基于 ARINC661 的飞机座舱显示系统设计与实现[J]. 电子技术与软件工程, 2018(15): 82-84.
- [6] LI J P, ZHU Y Q, LI Y P. Research on Critical Technology of A661 Airborne Software[J]. International Journal of Plant Engineering and Management, 2017, 22(2): 91-94.
- [7] 张晓娜. 大尺寸红外多点触控算法的研究与实现[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2015.
- [8] 赵科东. 基于 ARINC661 的 CDS 通用内核软件研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2018.
- [9] 曾金金. 大尺寸红外触控多点识别技术研究与设计实现[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2015.
- [10] 赵杰阳. 多点触控手势识别算法的研究与设计[D]. 北京: 北京工业大学, 2012.
- [11] 郑澄, 孙永荣, 王晖, 等. 基于 ARINC661 的触摸屏显控系统研究与设计[J]. 电光与控制, 2015, 22(4): 62-65, 69.
- [12] 周光东, 杜忠华, 谢磊, 等. 基于 Allan 方差自适应算法的姿态解算[J]. 兵工自动化, 2018, 37(8): 32-36.
- [13] 柴华, 王梦思, 龙明涛. 多点触控手势识别技术发展综述[J]. 电视技术, 2013, 37(S2): 454-456, 465.
- [14] 刘建, 刘勤, 孙永荣. ARINC 661 规范及其应用开发研究[J]. 计算机与现代化, 2010(4): 188-192.