

Application Research on Fingerprint Attendance Closed in Different Intervals

Shusen ZHANG

Information Center of the China Railway SiYuan Survey and Design Group Co., LTD., Wuhan, China

Email: shusen0126@126.com

Abstract: After outlining the practical significances of reporting man-hours for the railway survey and design enterprises, this paper introduces the present status and the main problems of the man-hours management in the railway survey and design industry. According to the key problem of incorrect returning of man-hours, it puts forward a solution of fingerprint attendance which is closed in different time-intervals and the corresponding algorithm to provide the necessary controls on project hours reported on the network. This solution has already been successfully applied in the project man-hours software system of survey and design enterprises.

Keywords: fingerprint attendance; algorithm; man-hours; Closure in different intervals

指纹分区封闭考勤应用研究

张树森

中铁第四勘察设计院集团有限公司信息中心, 武汉, 中国, 430063

Email: shusen0126@126.com

【摘要】 文章简述了员工工时填报对铁路勘察设计企业的现实意义, 介绍了铁路勘察设计行业工时管理现状和存在的主要问题, 针对虚空不实填报这一关键问题提出了指纹分区封闭考勤解决方案及相应算法, 对项目工时网上填报实施必要控制, 并在勘察设计企业的项目工时软件系统中成功应用。

【关键词】 指纹考勤; 算法; 工时; 分区封闭

1 引言

员工工时填报在铁路勘察设计企业不仅必要而且具有现实意义。首先, 铁路勘察设计企业专业多, 体系庞大, 管理复杂, 实时调度难度高。员工填报项目工时, 管理者可以通过工时信息动态了解企业的人力资源在各项目中的分布使用情况, 便于针对市场变化适时作出恰当调整, 使企业的成本最小化利益最大化。第二, 工时填报可为铁路勘察设计企业正确定额和薪酬分配提供直接依据, 为实施真正意义上的项目制奠定基础。此外, 在投标或项目计划阶段, 历史项目工时具有较好参考价值。项目无不包含人力成本, 成本估值偏高会降低中标率, 估值偏低会降低实获利润; 只有对项目成本进行科学合理的估算, 成本计划中设置的目标才既具有可靠性, 又具有实现的可能性。

2 指纹分区封闭考勤的背景

铁路勘察设计企业工时收集的方式主要有两大类。一是传统方式, 传统方式可谓五花八门, 有的采用定期(例如一周)让员工自行填写某种样式的表格, 有的在墙上贴一张标有姓名日期和上午、下午等信息的考勤表让员工在上面打勾, 基层单位按月统计逐级上报, 有的甚至估报。传统方式的主要缺点是工时未与项目相关联、操作方式落后、工时信息滞后。二是网上填报方式, 企业在内网架设一台 web 服务器, 开发 B/S 软件, 员工登陆, 进入工时填报页面, 可以实时按项目滚动式填报最近几天的工时信息。这种方式不仅克服了传统工时填报方式的主要缺点, 并且带来了非常有吸引力的后续效益, 例如, 容易自动生成各层次各类别的统计报表、按权限查询、数据加工挖掘甚至延伸至项目管理。

如果企业单纯出于累积项目实耗工时这一目的,应该说效果较好。但是,当企业将薪酬分配中的某些部分与工时相联系时,基层单位为使本单位利益最大化,即便是明知员工存在不实填报,也很少主动过问,致使项目实耗工时统计数据失真。收集数据的目的是要使用数据,使用又导致填报失真,如果原始数据失真问题得不到解决,那么统计、报表、查询、加工挖掘等后续操作几乎都无实际意义。因此,原始数据失真已对网上工时填报方式构成直接威胁形成严肃挑战,它已成为新方式下亟待解决的新问题。

一方面,将薪酬与劳动成果和实耗工时同时挂钩,符合既讲效率又讲公平的分配思想;另一方面,工时基于 B/S 的员工自填报方式手段是先进的,便于实现积累项目工时数据、动态掌握人员在各项目中的使用情况双重目的。毫无疑问,上述两个方面都应该坚持,而且还期盼员工网上填报工时真实可信,这就需要在自填报方式中添加合理可行的约束条件。

最初,使用“8 + 4”约束,即白天最大允许填 8 小时,晚间加班最多允填 4 小时。开始几个月填报情况与事实比较接近,往后又差了,相当多科室几乎每天都是 8+4,即便休息日也是如此。“8 + 4”貌似约束,实际上并未解决“员工实际在岗多长时间就填多长时间”这一基本问题,相反却把因工作需要突击超时加班的工时填报给限制住了。实践证明,8 + 4 约束既欠有效性又欠合理性。我们把研究扩大到市场上的辅助控制工具,考虑到流行的卡式考勤存在代打卡弱点,比选之后选择了指纹考勤机。

3 指纹分区方案

3.1 总体思路

采集每个员工指定指头(以防代考)的指纹,指纹机昼夜 24 小时连续工作,每位员工的每项工作都归属某一项目,对于管理人员可以构造一个年度管理项目。按企业现行上下班习惯,将 24 小时分划成上午、下午和夜间三个时间区段。在每个时段,员工上班在指纹考勤机上按一枚指纹,下班也在指纹考勤机上按一枚指纹,如果中间因私事需要外出,可以在外出时按一枚指纹,事后归来再按一枚指纹。这样,在每个时间区段内,员工的最大允许填报项目工时值就应该是各对末首指纹时差之和。员工进入项目工时填报窗口,系统以表格形式列出员工参与的填报日在运营的全部项目,员工在哪个时段干的哪些项目就在对应栏目填

报实做工时,若员工填报的各项项目实耗工时之和未超过该时段的最大允填值,系统接收,否则系统拒绝接受。指纹分区封闭考勤主要是利用现有的硬件资源和软件技术解决约束控制问题。

3.2 相关问题

遵循上述思路,采用指纹分区封闭考勤需要考虑如下紧密相关问题。

1) 指纹机是采用双机进(IN: 上班)出(OUT: 下班)分开(用进机记录上班指纹、出机记录下班指纹),还是单机既管进又管出。

2) 时间是连续的,指纹是离散的,员工的意向是复杂的。员工可能因赶任务上午延至 13 点下班,也可能因工作需要下午 13 点提前上班,一般地,介于两个不同时段之间的指纹,不同的人情况各异,计算机该往哪个时段归?为什么?此类问题是实施指纹封闭考勤的难点。

3) “重复”指纹。有时员工可能连续按下多枚指纹,显然,重复指纹会扰乱正常配对。

4) 奇数枚孤立指纹。它可能是上班指纹,完全丢弃不太合适;它也可能是下班指纹,照顾太多容易引发投机行为。这种情况虽然主要靠考勤制度、宣传引导和员工遵章守纪多方配合去避免,处理时是否仍然应该在“抓大放小,尽量减少摩擦”的宏观思想指导下给予适当关注。

3.3 方案选择

因为单机上存在的指纹归属、配对、重复指纹、孤立指纹等问题在双机方案中同样存在;对于双机,员工还可能将本应属于 IN 机的指纹误接到 OUT 机,或者相反;而且单机的硬件成本和维护成本都只有双机的 50%。故选单机方案如图 1 所示。

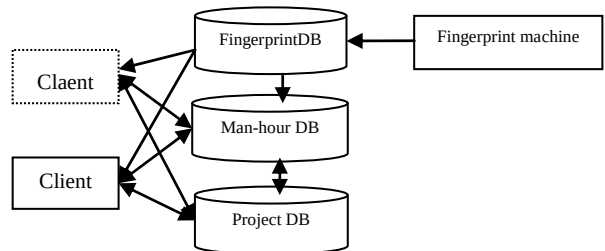


Figure 1. Single Fingerprint Machine System Structure Diagram

图 1. 单指纹机系统结构示意图

3.4 时区分划

时区分划遵循如下基本原则：（1）分划符合企业当前实际，引导员工“按标准上下班时间上下班、正常用餐作息”；（2）无不良导向作用，不可使企业顾此失彼；（3）分区互不重叠，使得任意一枚指纹不会同时属于两个不同的时间区间；（4）可为考勤计算提供方便。

分划方法，在区间[7：00，次日 7：00)内顺次设置时间点变量序列，详见表 1，其中 am 或 a 表示上午，pm 或 p 表示下午，n 表示夜晚，Ts 表示起始时间，Te 表示终止时间，S 表示标准，f 表示指纹。例如 amfTs

表示上午指纹起始时间简称“上指起”，SaTe 表示上午标准下班时间简称“上标止”，其余依次类推。

表 1 中的时间点序列将一个昼夜 24 小时[7：00，次日 7：00)分成上午、下午和夜晚三个时段，上下午时段都有自己的指纹认可区间、工时计算区间和标准上班时间区间，夜晚时段上述三类区间合一，如表 2。其中上午段中的指纹认可区间、工时计算区间和标准上班时间区间具有如下包含关系（下午段类同）

$$[amfTs, amfTe] \supseteq [amfTs, SaTe] \supseteq [SaTs, SaTe],$$

夜晚段的指纹认可区间与工时计算区间相同，放宽限制以满足特殊任务的突击加班需要；（SaTe，pmfTs）

Table 1. Time Points Series A Day
表 1. 一昼夜时间点设置序列

	上指起	上标起	上标止	上指止	下指起	下标起	下标止	下指止	晚指起	晚指止
时间点	amfTs	SaTs	SaTe	amfTe	pmfTs	SpTs	SpTe	pmfTe	nTs	nTe
初值	7：00	8：00	12：00	12：30	13:30	14：00	17：30	18:00	18:30	次 7 点

Table 2. Time Interval of Three Distinct Types
表 2. 三类时间区间

时 段	上 午	下 午	晚 上
指纹认可区间	$[amfTs, amfTs]$	$[pmfTs, pmfTe]$	$[nTs, nTe]$
初值	[7:00, 12:30)	[13:30, 18:00)	[18:30, 7:00)
工时计算区间	$[amfTs, SaTe]$	$[pmfTs, SpTe]$	$[nTs, nTe]$
初值	[7:00, 12:00)	[13:30, 17:30)	[18:30, 7:00)
标准上班区间	$[SaTs, SaTe]$	$[SpTs, SpTe]$	
初值	[8:00, 12:00)	[14:00, 17:30)	
允填工时上限(h)	$SaTe - SaTs = 4.0$	$SpTe - SpTs = 3.5$	$nTe - nTs = 12.5$
附注	午间（SaTe，pmfTs）和晚餐（SpTe，nTs）不计加班； 休息区段[SaTe，amfTe）和[SpTe，pmfTe）内最多只认可一枚指纹，配对用。		

和（SpTe，nTs）不计工时，充分体现了引导员工“正常用餐作息”这一基本思想；引进指纹认可区间和工时计算区间，轻松突破了指纹归属难点。

4. 数学模型

采用指纹封闭考勤的目的是要实现员工填报的时间与实际在岗时间尽可能接近，关键是各个时间区段每位员工自填报项目工时上限的合理计算。

指纹记录主要属性：

员工 ID (employeeId)、指纹时间 (fingerprint Time)、地区码(regionId).....

特定日期指定时段的指纹列表采用数据结构

List<DateTime>^[1] fList

设 $fList[0] < \dots < fList[n] < \dots < fList[N]$ ， $0 \leq n \leq N$ ， n 为工时计算区间内的指纹枚数， N 为指纹认可区间内的指纹枚数。使用符号[x]表示不超过实数 x 的最大整数

^[2]，设 $m = [\frac{n}{2}]$ 。下面使用指纹配对法计算在岗时间。

上午或下午时段。若在工时计算区间内无指纹，则在岗时间为零；否则，自首枚指纹开始，在标准下班时间及其之前的每两枚指纹一对，将后前两枚指纹时间差累加；如果标准下班时间之前存在未配对指纹，则分情况处理：若在标准下班时间之后指纹认可结束时间之前存在指纹，则将标准下班时间与未配对指纹

时间差加入累加结果，否则将标准下班时间与未配对指纹时间差之半加入累加结果（是对 3.2 节问题（4）中孤立指纹的考虑）。则上午或下午时段依据指纹计算上岗时间的公式为

$$hUpperLimit = \begin{cases} h, & \text{当 } n = 2m \\ h + \frac{a}{2}, & \text{当 } n = 2m+1, n = N \\ h + a, & \text{当 } n = 2m+1, n < N \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (1)$$

其中 $h = \sum_{i=0}^{m-1} (fList[2i+1] - fList[2i])$, $m > 0$

$a = STe - fList[2m]$, STe 表示标准下班时间 $SaTe$ 或 $SpTe$

注： $n=2m$, 即在工时计算区间内的指纹全部配对； $n=2m+1, n=N$: 存在无配对指纹； $n=2m+1, n < N$: 即标准下班时间前后的两枚指纹配对。

夜晚时段。自首枚指纹开始，每两枚指纹一对，将前后两枚指纹时间差累加；若末枚指纹未配对，且距夜晚指纹认可终止时间大于 2 小时则按 1 小时计算，否则将取夜晚指纹认可终止时间与末枚指纹时间差之半计入累加结果。因为指纹认可区间与工时计算区间相同，故 $n=N$,

$$hUpperLimit = \begin{cases} h, & \text{当 } n = 2m \\ h + b, & \text{当 } n = 2m+1 \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (2)$$

其中， $b = \min(1, 0.5(nTe - fList[n-1]))$

5 算法描述

建立了上述数学公式，就可按下述步骤计算指定日任一时间区段员工允填工时上限值。

第 1 步，从指纹信息服务器读取员工填报日指定时间区段指纹认可区间范围内的全部指纹，并且按指纹时间升序排列。

第 2 步，过滤“重复”指纹。对第一步中的指纹升序列表进行过滤，记最大时间间隔为 Δt ($\text{const double } \Delta t$)，只要两枚相邻指纹的时间间隔不超过 Δt 就视后枚为前枚指纹的重复，将其滤去，如果下枚指纹与该被滤指纹的时间间隔仍不超过 Δt 则继续滤去，即连续过滤。

第 3 步，配对法计算在岗时间。对过滤后的指纹升序列表使用第 4 节中的 (1) 式或 (2) 式计算。

第 4 步，计算指定时间区段员工的允许填报最大

工时值。首先将第三步中求得的员工在岗工时只入不舍精确到十分位；如果该值不超过企业在对应时段的工时上限，则该值就是对应时段员工的最大允许填报值，否则取企业在对应时段的工时上限作为员工在该时段的最大允许填报值。

算法中，上下班时段规定企业统一的工时上限，是为了消除指纹考勤的不良导向作用，防止出现过分拉长工作时间的不良倾向。第四步中“只入不舍精确到十分位”体现了抓大放小原则和人性善意的思想：只要员工迟到早退时间之和小于 6 分钟，员工满时填报，算法仍然接受。由表 2 易知，员工稍早到岗（提前上限依赖于表 1 中参量设置）因事需要提前下班，只要早退的时间与提前上岗的时间相差无几，员工满时填报，算法允许，这就是严格控制下的适度灵活性。

6 应用效果

“铁四院勘察设计项目人工时管理系统”使用 Microsoft Visual Studio .NET C#^[3] 开发，采用 SQL Server^[4] 创建项目工时数据库。当前版本 V2 增建了指纹数据库，并改 V1 的 C/S 方式为 B/S 方式融合至铁四院“勘测设计一体化平台”系统。V2 采用指纹分区封闭考勤算法，网上工时填报受指纹和项目任务双重约束，只有“既有考勤指纹且被分配项目任务”的员工才被允许填报工时。有项目任务无考勤指纹，说明员工未出勤；有考勤指纹未分配项目任务，说明出勤与项目无关；既有项目任务又有考勤指纹，具体填报多少受算法控制，有效避免了虚空填报和人工管理的一系列麻烦。

填报窗口中显示包括今天在内过去连续五天的当前用户参与的项目和各个时间区段的可填工时上限（只读）。员工填项目行的工时，对应列下方的合计即时更新，合计值不能超过对应上限，这种填报实质是将可填工时上限值向自己实做的项目上分解，明了简单，参见图 2。

五天是滚动式的，这意味着每个时段的工时都有 5 天填报或修改机会，对于修改，后次覆盖前次（选择 5 天是因为工时月报被约定在下月的 5 号之后的第一个工作日完成）。对于出差，差前上网登记，差后填报工时同样受控。由于项目实耗工时回归真实，V2 版增添了使用赢得值原理^[5] 进行专业进度检测和项目进度检测（参见图 3）。

勘测设计一体化平台-[用户: 张树森]你好!

在院工时填报 出差工时填报 派遣工时填报 原始指纹

		周五7月17日			周六7月18日休			周日7月19日休			周一7月20日			周二7月21日		
序号	本人参与项目	上	下	晚	上	下	晚	上	下	晚	上	下	晚	上	下	晚
	可填工时上限	3.8	3.3	0	2.1	3.5	0	0	0	0	4	3.5	1	4	3.5	0
1	人工时软件第二版开发(软件)	3.8	3.3	0	0	0	0	0	0	0	4	3.5	1	4	0	0
2	办公自动化系统功能扩展软件开发...	0	0	0	2.1	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
▶	合计	3.8	3.3	0	2.1	3.5	0	0	0	0	4	3.5	1	4	0	0

Figure 2. Fill and Report of Project' Man-Hours

图 2. 项目工时填报

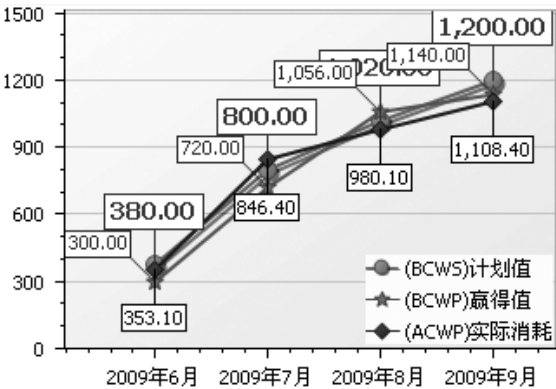


Figure 3 Detection of Chongqing Container Project Schedule

图 3. 重庆集装箱项目进度检测

7 小结

指纹考勤是针对项目参与者在网上自填报项目工时中出现的真实性问题所采取的应对措施，它的最大优点是利用硬件资源和软件技术这些“物”解决对企业所有“员工”工时填报的约束控制问题，充分保证数据统计、查询、分析和利用等后续操作的意义和价值。指纹分区封闭考勤算法有效解决了项目工时自填报中的可信性难题，也为铁路勘测设计企业将网上项目工时填报向实物工作量填报延拓奠定了坚实基础。

算法可以结合企业实际修改。例如，一般情况下勘察设计企业工作主要集中在白天，在正常工作日，员工填报工时与实际工作时间的偏差较小，尤其在任务比较饱满期间更是如此，从项目工时统计的宏观角度看，这种偏差是可接受的，因此工时填报的控制重

点应该放在正常工作日的夜晚加班和节假日加班。据此，可以将正常工作日上下午时段的指纹封闭考勤修改为单枚指纹考勤，第 4 节中的（1）式可以调整为

$$hUpperLimit = \begin{cases} Ste - fList[0], & \text{当 } n > 0 \\ 0, & \text{其它} \end{cases} \quad (3)$$

无论何种类型企业，只要实施指纹考勤，该算法均可供借鉴。不同类型的企业无非是作业时间段的划分不同、标准上下班时间不同、各段的指纹有效起止时间有别或工时上限不同，这些都可以通过对表 1 中所列时间点变量的初值来调整。

References (参考文献)

[1] (USA)Micorsoft Create, Hope Books Creative Room Translation. Microsoft Visual C++ 6.0 MFC Library Reference Part 1 [M]. Beijing:Beijing Hope Publishing House of Electronics, 1999.
(美)Micorsoft 著, 希望图书创作室译. Microsoft Visual C++ 6.0 MFC Library Reference 类库参考手册(一)下[M]. 北京: 北京希望电子出版社, 1999.

[2] Mathematics Manual Writing Group.Mathematics Manual [M]. Beijing:Higher Education Press, 1979.
《数学手册》编写组, 数学手册[M]. 北京: 高等教育出版社, 1979.

[3] CaoZuSheng etc. Visual C#.NET Classic Program Design [M]. Beijing: Science Press, 2004 .
曹祖圣等, Visual C#.NET 程序设计经典[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[4] QiuShiKeJi. SQL Server 2000 Database Development Technology and Engineering Practice [M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2004.
求是科技, SQL Server 2000 数据库开发技术与工程实践[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.

[5] LiHuiMin. Engineering Project Management [M]. Beijing:China Architecture & Building Press, 2007.
李惠民, 工程项目管理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.