

计算机兵棋人机交互平台的研究

刘纪红¹ 徐晓东^{1,2} 徐心和¹

1. 东北大学信息科学与工程学院, 沈阳 110004
E-mail: liujihong@ise.neu.edu.cn xuxinhe@ise.neu.edu.cn

2. 中国人民解放军65041部队, 沈阳 110113
E-mail: sy_xxd@qq.com

摘要: 本文基于人机交互和可视化的相关技术理论, 从分析手工兵棋入手, 以计算机兵棋系统中的人机交互平台为主要研究目标, 对其中的战场环境显示单元和战场态势显示单元的关键技术进行了研究, 并建立了一个计算机兵棋人机交互平台的具体模型。测试实验表明, 本文工作为计算机兵棋系统的真正应用提供了一个较合理、开放的平台, 可以方便地添加推演规则模块和决策模块, 进而形成完整的计算机兵棋推演系统。

关键词: 兵棋, 人机交互, 可视化

Study on Human-Computer Interaction Platform for Computer Wargame

Liu Jihong¹, Xu Xiaodong^{1,2}, Xu Xinhe¹

1. College of Information Science and Engineering, Northeastern University, Shenyang, 110004
E-mail: liujihong@ise.neu.edu.cn xuxinhe@ise.neu.edu.cn

2. Chinese People's Liberation Army 65041, Shenyang 110113
E-mail: sy_xxd@qq.com

Abstract: Based on Human-Computer Interaction (HCI) and visualization technologies, we focused on the research of the Human-Computer Interaction platform of the wargame. Starting with analyzing the handcraft wargame, we studied the key technologies in the representation modules for battlefield environment and situation of battlefield, and finally set up a HCI platform model of the wargame. Testing experiment indicated that our work presented in this paper provided a reasonable and open platform for computer wargame system. And also, this platform could be appended rule module and decision-making module conveniently to take a further step to form an integrated computer wargame system.

Key Words: Wargame, Human-Computer Interaction, Visualization

1 计算机兵棋研究的意义

军队信息化已经成为新时期我军建设的首要目标。怎样提高军官队伍的决策谋略水平, 如何更好的研究和学习战争, 是新时期军队信息化建设必须面对和亟待解决的问题。而计算机兵棋为我们展示了一种快捷、高效的模拟战争和研究战争的新方法。在1824年随着普鲁士人冯·莱斯维茨父子发明的兵棋在普鲁士军队中大范围的推广和应用, 兵棋推演成为训练军队指挥官的有效方法和手段, 也成为了作战模拟思想和方法的正式起源^[1]。

计算机兵棋推演在我国还处在一个起步的阶段, 这主要是由于我军作战模拟的发展的途径与外军

完全不同。西方军事科学经历了200余年的严格式兵棋应用过程, 顺理成章的从严格式兵棋发展出了电脑兵棋, 在得到运筹分析和虚拟现实技术的升级后, 成为既有兵棋推演, 又有运筹分析的战场仿真完整体系。而我军过去没有严格式兵棋, 只有自由式兵棋。电脑兵棋无法产生于自由式兵棋, 因而出现技术空白^[2]。随着信息技术的进步, 使用具有计算快速、数据统计精准的计算机系统进行推演成为兵棋推演的主要发展方向。

2 计算机兵棋概述

2.1 计算机兵棋系统基本组成

计算机兵棋系统主要由3个子系统及7个具体单元组成，如图1所示。

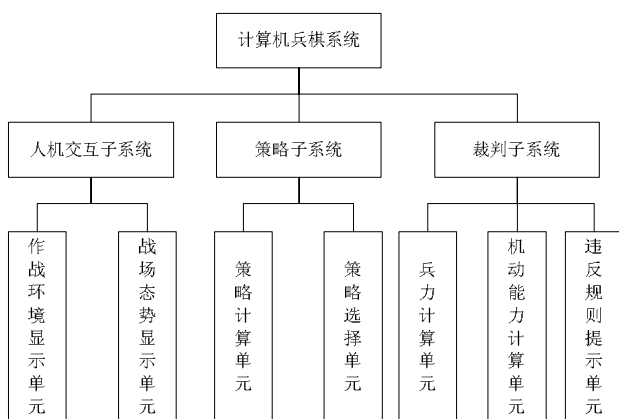


图1:计算机兵棋系统基本组成

2.2 计算机兵棋推演流程

计算机兵棋推演流程如图2所示。

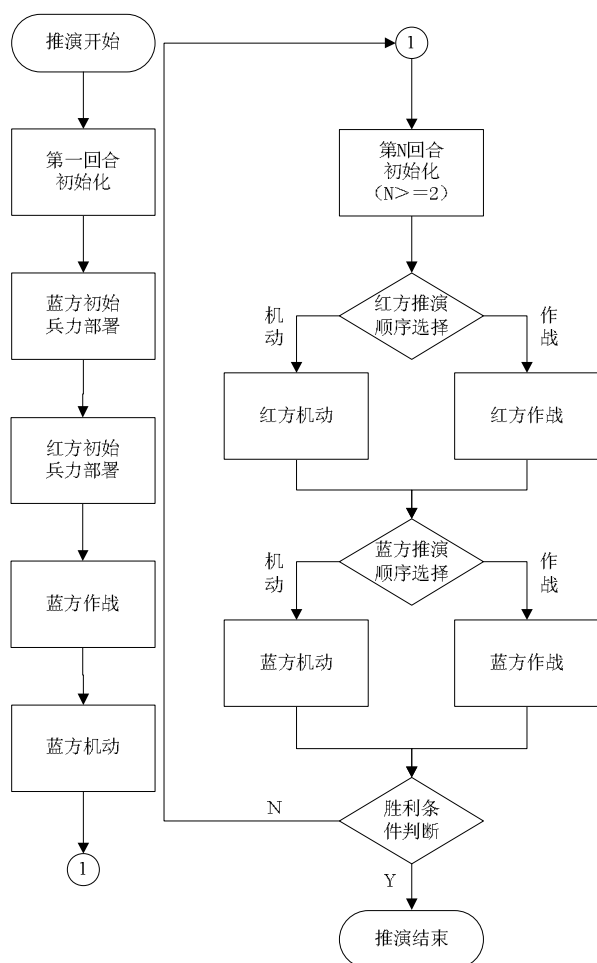


图2:计算机兵棋推演流程图

3 计算机兵棋人机交互平台的设计

3.1 计算机兵棋人机交互界面设计原则

由于目前大量的应用已经采用成熟的图形界面技术，因此，现在我们运用的最广泛的图形用户界面还不会被淘汰^[3]。因此，计算机兵棋在交互方式上采用图形用户界面。界面设计遵循以下原则：

(1) 用户原则。首先要确立用户类型，从多方面进行设计分析。

(2) 易用性原则。要便于用户快速辨别版面上哪些要素具有交互功能以及具备怎样的交互功能，同时要尽量减少用户记忆负担，采用有助于记忆的设计方案。

(3) 帮助和提示原则。要对用户的操作命令做出反应，帮助用户处理问题。

(4) 艺术性原则。设计精美的界面给人以享受，要注意色彩、形态的搭配以及多种媒体信息的组合。在实现中主要表现在软件的屏幕布局和色彩的使用两方面^[4]。

(5) 适度原则。设计只能增加效果，但无法替代内容。应当根据不同的内容和用途适度表达。

3.2 计算机兵棋中关键信息的可视化

战场可视化包括两部分内容，包括战场环境可视化和战场态势可视化^[5]。

(1) 战场环境可视化的主要研究内容涵盖地形信息可视化，包括原始地貌、水系、各种原始地物、人工工程和战斗行动对它们破坏的结果，以及构成战场环境各要素的附属信息可视化、战场地形环境计算和分析结果的可视化等等。

(2) 战场态势可视化主要是指态势信息可视化，包括当前战场态势可视化、作战居心可视化、作战可视化，以及作战双方实力对比及态势演变过程可视化。

战场环境可视化是战场态势可视化的基础，战场态势可视化是战场可视化应用目的的必然需要，是战场可视化的一个重要组成部分^[6]。

就计算机兵棋而言，其可视化主要从以下几个方面考虑：

(1) 兵棋地图(Wargame Map)中公路、河流、城市、坐标等重要信息的可视化。

(2) 作战单元的战技性能、建制归属等的可视化。

(3) 棋子机动过程的可视化，

(4) 作战结果的可视化。

3.3 兵棋地图设计

“每战一棋”是兵棋的一个显著特征，不同的战争对应不同的棋盘和棋子。兵棋使用的地图可按照真实的地形依比例尺专门绘制，也可以直接使用军用地形图。量化地形可以采用正六边形的网格，也可

以采用正方形的网格。兵棋地图设计流程，如图3所示。

本兵棋原始地形图来源于Google Earth。为保证主要地形清晰可见，又不会因为局部地形过大，而影响对作战地域的总体把握，选择了一张视角海拔高度约为138公里的台中周边地区相关地形图。按照设计流程处理后，得到最终兵棋地图效果，如图4所示。

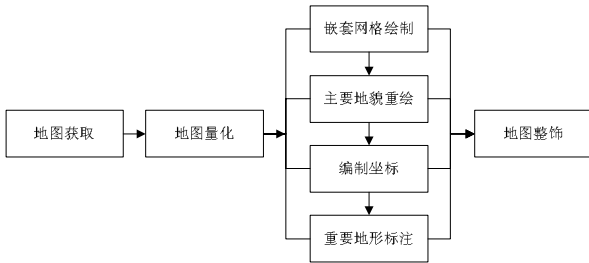


图3:兵棋地图设计流程



图 4:兵棋地图

3.4 兵棋棋子设计

兵棋的作战单元，一般包括作战单位及战场事件两部分。但总体上，它们都可以看作兵棋的棋子。代表作战单位的棋子叫“单位算子”。典型的单位算子，如图5所示。它上面通常标有攻击力值、防御力值、机动点值、军兵种、军队标号、部队番号等主要信息。

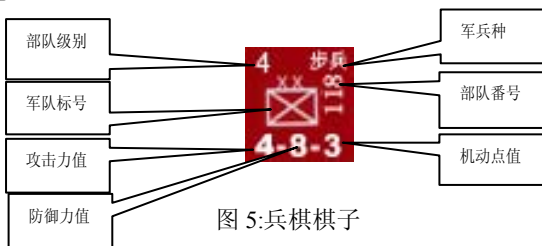


图 5:兵棋棋子

3.5 推演想定设计

3.5.1 作战背景

台湾海峡的航道被红方海空军良好控制，红方因此获得民航运输的最大能力。同时，美国太平洋地区的军事力量在1周之内尚未能完成对台湾海峡的部署。红方采取双登陆场方式，分别在台北和台中展开作战。本兵棋在台中沿海地域开设1个登陆场，支援台北攻坚战，牵制台中兵力向北部增援。

3.5.2 对阵时间

本想定规定最大回合数为：6回合。即红方若想取胜，其回合数一定是小于等于6。

3.5.3 胜利条件

本想定红方胜利条件，如表1所示。

表 1.胜利条件

红方获3分的回合数	红方	蓝方
4以内	大胜	大败
5-6	小胜	小败
7以上	失败	胜利

3.5.4 双方作战序列

双方参加战斗的部队，如表2所示。

表 2.作战部队

红方部队7支	蓝方部队7支	蓝方坐标
101两栖师	102联兵旅	1312
26炮兵旅	104联兵旅	1313
43空降师	169联兵旅	1416
117步兵师	200联兵旅	1512
118步兵师	373联兵旅	1311
7空中机动团	586装甲旅	1513
8空中机动团	602空骑旅	1714

3.5.5 作战规则

- (1) 红方开设1个登陆场；
- (2) 第1回合从登陆场进入地图的部队总计不得超过：1个步兵师或1个两栖师；
- (3) 第1回合及其以后每回合以其他方式进入地图的部队总计不得超过：3个空中机动团，加1个空降师，加1个海军陆战旅；
- (4) 第2回合及其以后每回合从登陆场进入地图的部队总计不得超过：1个步兵师或1个两栖师或1个炮兵旅；
- (5) 双方空中支援部队每回合1支；
- (6) 登陆场堆叠部队不超过2支。

4 计算机兵棋人机交互平台实现

4.1 兵棋地图的数据表示

在兵棋的作战环境显示单元中,比较关键的问题在于数据表示方法。以“鏖战台中”这一想定为例,红蓝双方共有18个棋子,其中作战单位双方各7个,事件算子双方各2个。不同的想定,有不同的作战地域,可能运用更多的作战单位。由此可见,兵棋的布局信息量是非常庞大的,如何表示出变化多样的棋局和棋子状态是首先要考虑的问题。

4.1.1 棋盘编码

兵棋棋盘用坐标值进行编码。本兵棋棋盘由8行10列,共80个六角格组成。根据走法规则,每个棋子只在位于某个六角格内。采用一个8×10的二维数组来表示整个棋盘,直接用数组下标来表示每个六角格坐标。数据存储的内容为棋子编码,表示在实际棋盘上位于此位置棋子的种类。

4.1.2 棋子编码

兵棋中的棋子主要分成两大类,即部队棋子和事件棋子。如果区别红蓝的话共有18个棋子,某个位置没有棋子的情况也要表示出来,一共是19种状态。棋子编码是按照棋子的个体信息进行编码,它采用-9~+9进行编码,其中0表示空格,如表3所示。

表 3. 棋子编码

红方部队7支 事件算子2个	编码	蓝方部队7支 事件算子2个	编码
无棋子	0	无棋子	0
101两栖师	1	102联兵旅	-1
26炮兵旅	2	104联兵旅	-2
43空降师	3	169联兵旅	-3
117步兵师	4	200联兵旅	-4
118步兵师	5	373联兵旅	-5
7空中机动团	6	586装甲旅	-6
8空中机动团	7	602空骑旅	-7
空中支援	8	空中支援	-8
空中遮断	9	空中遮断	-9

兵棋的棋子根据战争规模的不同,其数量少则几个、十几个,多则几百甚至上千,因此,有必要为其建立一个棋子数据库。棋子数据库具体结构,如表4所示。

表 4. 棋子数据库

字段名称	数据类型	说明
chess_id	int	存储棋子的编码
chess_name	char	棋子部队名称
chess_level	int	棋子部队级别
chess_attack	int	棋子进攻能力值
chess_defence	int	棋子防御能力值
chess_move	int	棋子机动能力值

4.1.3 地形编码

地形对机动和作战结果有着重要影响,因此,兵棋棋盘同其它棋盘的显著区别在于要考虑棋子在棋盘上每个六角格的地形因素。现对地形编码,如表5所示。

表 5. 地形编码

类别	编码	类别	编码
开阔地	1	开阔地城镇	5
山地	2	开阔地城市	6
海岸	3	山地城镇	7
江河	4	山地城市	8

4.1.4 建立棋盘数据库

在此为六边形的六条边进行编码:上边、右上边、右下边、下边、左下边和左上边依次为1-6。棋盘数据库具体结构,如表6所示。

表 6. 棋盘数据库

字段名称	数据类型	说明
coordinate	int	每个六角格的坐标编码,如1010。
chess_id_1	int	当前六角格内部队编码,如无部队则为0。Chess_id字段的数目,由想定在每个六角格的可堆叠部队数目决定,本想定为2个。另chess_id_1字段优先存储。只有当chess_id_1 <>0时,才允许写入chess_id_2字段
chess_id_2	int	
landform	int	当前六角格内地形编码。
river	int	0无河流,1有河流
river_1	int	0上边无河流,1上边有河流
river_2	int	0右上边无河流,1右上边有河流
river_3	int	0右下边无河流,1右下边有河流
river_4	int	0下边无河流,1下边有河流
river_5	int	0左下边无河流,1左下边有河流
river_6	int	0左上边无河流,1左上边有河流
road	int	0无公路,1有公路
road_1	int	0上边无公路,1上边有公路
road_2	int	0右上边无公路,1右上边有公路
road_3	int	0右下边无公路,1右下边有公路
road_4	int	0下边无公路,1下边有公路
road_5	int	0左下边无公路,1左下边有公路
road_6	int	0左上边无公路,1左上边有公路
city_name	char	如果当前六角格内有城镇或城市,其值为城镇或城市名称,无则为NULL。

4.2 主要功能模块实现

4.2.1 六角网格的绘制

兵棋地图一般以正六边形网格（即六角网格）的形式进行划分。其主要算法如下：

```
const double pi = 3.1415926535;
int r;//正六边形外接圆半径
Point hexagon[6];//创建一个存储六边形六个顶点的Point类型数组
```

```
For(i=0;i<=5;i++)
{
hexagon[i].x=x0+r*cos(i*60*pi/180);
hexagon[i].y=y0+r*sin(i*60*pi/180);
};//计算六边形六个顶点坐标，并存入hexagon中
Polygon(hdc,hexagon,6);//绘制出一个正六边形
```

其中 x_0 ， y_0 为正六边形中心坐标。 r 的值可根据用户实际需求，通过原始地图的比例尺进行换算。最后通过更改正六边形中心坐标 x_0 ， y_0 来实现对整个兵棋地图的六角网格嵌套。

4.2.2 随机数生成

战争的不可预见就在于影响战争因素的变化莫测。在手工兵棋中，通常采用骰子或是事先制作好的一张随机数卡片来模仿这一随机因素。在此通过一个骰子程序来模拟这一过程。

主要算法如下：

```
srand(time(0));//根据当前时间生成随机数生成器种子
```

```
int randomNumber=rand();//生成随机数
```

```
int die=(randomNumber%6)+1;//获得一个1~6的数字。
```

4.2.3 棋子机动

兵棋棋子的机动通过 $\text{ChessMove}(\text{chess_id}, \text{from}, \text{to})$ 函数来实现。其中 chess_id 为棋子的编号（如红方的101两栖师 chess_id 为1）； from 表示起始点的编号， to 表示目的点的编号，两者均用棋子所在六角格的坐标表示，如1215。棋子机动流程图，如图6所示。

4.2.4 作战计算

```
int ChessBattle(to,chess_id_1,chess_id_2,...chess_id_n), to为被攻击六角格坐标, chess_id_1...chess_id_n为参与进攻的棋子编码。最后ChessBattle返回一个int类型值，并根据此值，查战斗结果表，计算出最后的战斗结果。
```

为了便于程序实现，首先选择进攻目标，再选择进攻方参战单位，根据进攻目标地形，查地形影响表，累加进攻方总的进攻能力值，累加防御方总的防御能力值。计算比值，查战斗结果表。给出战斗结果。如有战损，双方选择被降级单位。如图7所示。

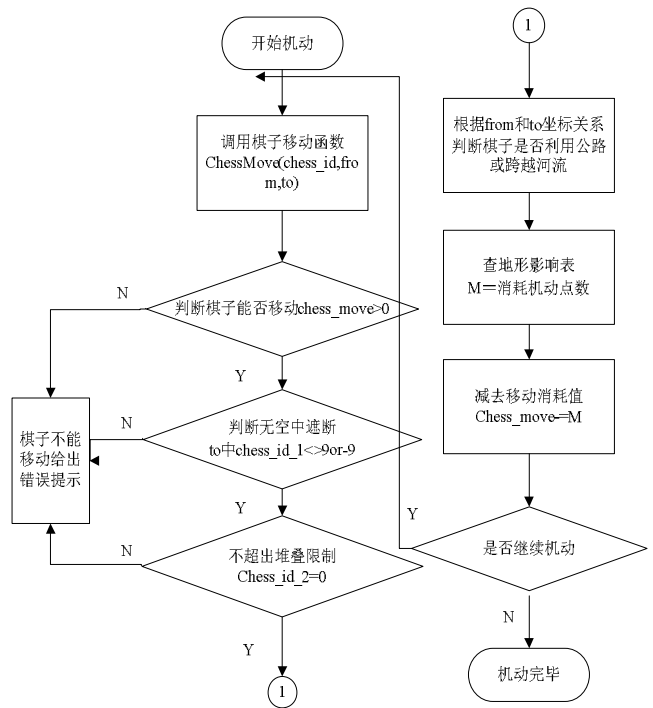


图6：棋子机动流程图

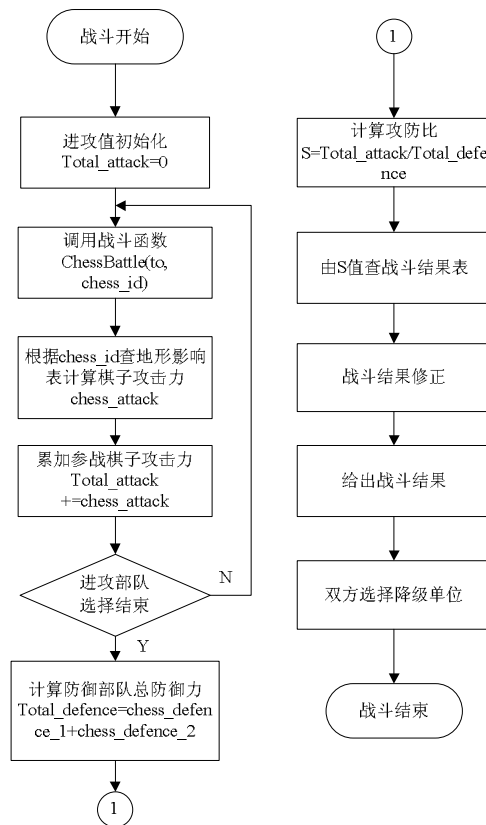


图7：棋子作战流程图

4.2.5 推演信息

推演信息栏主要为用户提供：推演记录、蓝方开局库选择、当前随机数显示、本回合制空权显示和作战结果等信息。

4.2.6 推演提示

推演提示栏主要为用户提供：作战单位信息及模拟作战，为推演双方提供辅助决策支持。

4.2.7 推演想定

推演想定栏主要为用户提供：不同作战方案的想定内容，供推演者学习和查询。

4.3 大幅作战地图推演的实现

本章中所提出的计算机兵棋实现过程，通过“总体设计，分幅显示”的方法完全可以应用于大幅作战地图的兵棋推演。

- (1) 将整幅地图转化成兵棋地图。
- (2) 扩充棋盘数据库和棋子数据库。
- (3) 根据屏幕所能提供显示兵棋地图客户区大小，将整幅地图等分成若干小地图。
- (4) 对于每幅小地图上棋子的机动、作战可以参照4.2.3和4.2.4节介绍的方法处理。
- (5) 在人机交互界面中为用户添加作战地图选择项。

5 测试分析

启动计算机兵棋人机交互平台，进入计算机兵棋人机交互程序主界面，如图8所示。在主界面中主要分成：菜单栏、工具栏、棋盘棋子区、记时记分区和控制栏五部分。



图 8：程序运行效果

本计算机兵棋人机交互平台，通过实际使用测试，总体上能够实现兵棋推演所需的大部分功能。由于大部分裁判功能均在程序后台完成，所以能为用户提供了一个相对简洁、易用的人机交互界面，

并且用户通过交互平台所提供的各种推演提示及帮助信息，能够依据想定顺利完成整个推演过程。

6 总结与展望

6.1 总结

本文兵棋为研究对象，从人机交互和信息可视化的角度探讨了计算机兵棋的实现方法。主要完成了以下几个方面的工作：

- (1) 详细阐述了计算机兵棋系统的基本组成及工作流程。
- (2) 分析了实现计算机兵棋人机交互平台中战场环境显示单元和战场态势显示单元的关键技术。
- (3) 探讨了计算机兵棋中人机交互平台的设计原则及关键信息的可视化处理。
- (4) 利用VC++ 6.0，设计实现了一个计算机兵棋人机交互平台的具体模型。解决了兵棋地图、棋子机动、推演信息和大幅作战地图的表示问题，并利用查表的方法实现了战斗结果的快速计算。

6.2 未来研究方向

根据实际需求，在未来的研究中，拟从以下几方面可以着手：

- (1) 基于人工智能理论，引入人机博弈功能，为使用者的作战策略提供一个检验、推演的平台。
- (2) 拓展网络功能，开发在线博弈游戏平台，为多人异地在线，推演提供可能。
- (3) 引入虚拟现实技术。增强用户的空间真实感和沉浸感，为用户提供更好的交互体验。
- (4) 计算机兵棋推演向大地域、多兵种和多维战场方向发展。
- (5) 开发不完全信息的计算机兵棋人机交互平台。

参考文献

- [1] 张野鹏,作战模拟基础,高等教育出版社,北京,2-3,2004.
- [2] 杨南征,虚拟演兵:兵棋、作战模拟与仿真,解放军出版社,北京,2-7,2007.
- [3] 刘念,Windows界面变革对人机交互界面的影响,湖北美术学院,武汉,2007.
- [4] Vronay, David and Wang, Shuo. Designing a compelling user interface for morphing, Proceedings of ACM CHI 2004 Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 143-149, 2004.
- [5] 彭诚,战场三维可视化技术研究,浙江大学,杭州,2006.
- [6] 许敏,基于遥感信息的战场态势可视化技术研究,解放军信息工程大学,郑州,2004.