

冲突环境下中立 Agent 群体趋向分析与预测

叶小平, 胡 苏

(中山大学 计算机科学系, 广东 广州 510275)

摘 要: 分布式智能系统基本研究领域之一就是多 Agent 系统. 在 MAS 协作过程中冲突难以避免, 在实际应用的许多情况下, 冲突都是在群体层面展开, 同时冲突双方都需要特别关注持中立态度 Agent 的未来发展导向, 这在双方势均力敌情况下尤为重要. 因此, 根据已有信息, 建立基于中立 Agent 群体的智能分析与计算模型, 对中立群体可能的趋向进行必要评估和预测, 在冲突研究与应用当中具有基本意义. 通过对 MAS 中 Agent 相互关系的形式描述, 引入中立 Agent 群体模型, 建立了对中立 Agent 未来状态进行智能分析和预测的计算模式, 并设计了相应算法和实验. 理论分析和实验结果表明了所建立模型的合理性与有效性.

关键词: 冲突关系; 群体冲突; 中立状态 Agent 群体模型

中图分类号: TP18 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-4785 (2007) 04-0028-06

Analysis and prediction of behavioral trends in groups of Agents in conflict

YE Xiao-ping, HU Su

(Department of Computer Science, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: One of the basic research fields in distributed intelligence is the multi-Agent system (MAS). During cooperative interaction of agents in MAS, it is difficult to avoid conflicts among agents. These conflicts take place at the group level. Both sides of a conflict must pay special attention to neutral Agents. Trends in their behaviors are particularly important if they are potential competitors with similar strengths. This paper establishes a computer model of neutral Agents based on group affinity. The model can evaluate and predict the probable tendencies of members of neutral groups. We proposed a formal description of the relationships among all Agents in the MAS, and then built a model of agent groups as well as a predictive and analytical model which may help anticipate future behavior of the neutral agents. To test this, an algorithm and experiment were designed. Both the theoretical analysis and experimental results prove the validity of the model.

Key words: conflict relation; groups conflicts; neutral-Agents group model

多 Agent 系统 (multi-Agent system, MAS) 是分布式智能的基本研究领域之一, 其成员 Agent 相互间的协作是 MAS 的基本优势. 从系统成员来看, Agent 具有较高自治性, 通常只有局部视图, 难以具备全局知识; 从系统架构来看, 系统组织具有松散耦合性, 系统资源和信息有限. 在这些情况之下, Agent 协作过程中难以避免冲突, 冲突的描述、分析

与消解成为 MAS 协作过程中基本课题^[1]. 所谓冲突就是某种对立状态. 1998 年, Z. Pawlak 基于 Rough 集理论^[2-3] 提出了一个具有相同结构 Agent 组成的冲突分析模型^[4], 并于 2005 年进行了改进^[5]. 2003 年, D. Rafal 提出了一个具有相异结构 Agent 的冲突分析模型^[6-7]. 2002 年, Tsau Young Lin 讨论了冲突描述与识别, 改进和推广了一个基于冲突分析的重要应用模型^[8]. 据掌握资料, 现有工作多集中于冲突与合作的分析研究, 对处于 2 个对立面中间的中立 Agent 状况尤其是其未来发展趋

收稿日期: 2006-09-12.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (60673135); 广东省自然科学基金资助项目 (05003348).

势的动态分析和预测较少;同时较少在群体层面上研究 Agent 间协作与冲突. 在应用过程中,持中立态度 Agent 的未来发展导向是需要关注的基本问题,这在冲突双方势均力敌情况下尤显突出. 同时, Agent 冲突在群体层面上展开是实际应用中的常见情形,也是从理论上深入进行冲突分析的基本思路之一.

1 冲突局势和冲突关系

信息系统是一个二元组 $IS = (U, A)$, 其中 U 和 A 分别为对象和属性的非空有限集合. $\forall a \in A, \exists$ 映射 $a: U \rightarrow V_a, V_a$ 为 a 属性值域. 如果将所考虑 Agent 组成集合看作论域 U , Agent 之间涉及到的事件集合看作属性集 $A, \forall a \in A$, 属性域 $V_a = \{-1, 0, 1\}$, 其中 $-1, 0, 1$ 分别表示 Agent 对象对事件 a 的态度为“反对”、“中立”和“赞成”, 由此得到基于信息系统的冲突模型^[3], 本文将记为 $CS = (U, A)$. 每一个 CS 可以表示冲突分析中一个局势, 在冲突局势 CS 框架内, 可以分析 Agent 相互之间关系.

给定 $CS = (U, S), \forall x, y \in U$, 设 $a(x), a(y)$ 为 Agent “ x ”、“ y ”在属性 $V_a = \{-1, 0, 1\}$ 上的取值, 定义 x 和 y 之间的关系函数 (x, y) 为

$$\begin{aligned} (x, y) &= a^2(x) \times a(y), a(x) \times a(y) > 0, \\ (x, y) &= a^2(x) + a^2(y), a(x) \times a(y) < 0, \\ (x, y) &= 0, a^2(x) + a^2(y) = 0. \end{aligned}$$

由关系函数 (x, y) 可以定义 U 上基本关系.

定义 1 冲突关系与非冲突关系.

如果 $(x, y) = 2$, 则称 x, y 具有“冲突”关系, 记为 $R_2(x, y)$.

如果 $(x, y) = 1$ 或 $(x, y) = -1$ 或 $(x, y) = 0$, 则称 x, y 具有非冲突关系, 记为 $R(x, y)$.

非冲突关系 $R(x, y)$ 可以细分为下述 3 种关系并集:

如果 $(x, y) = 1$, 则称 x, y 具“正”合作关系, 记为 $R_1(x, y)$.

如果 $(x, y) = -1$, 则称 x, y 具“负”合作关系, 记为 $R_{-1}(x, y)$.

如果 $(x, y) = 0$, 则称 x, y 相互间具“中立”关系, 记为 $R_0(x, y)$.

定理 1 R_1, R_0, R_{-1} 都是满足对称、传递性质. R 是 $U \times U$ 中等价关系.

证明 由定义 1 可知, 如果 $R_1(x, y)$, 则 $R_1(y, x)$; 如果 $R_1(x, y) \wedge R_1(y, z)$, 则 $R_1(x, z)$. 同

理可证 R_0 和 R_{-1} 情形.

注意到 $R = R_1 \cup R_0 \cup R_{-1}$, 此时 R_1, R_{-1} 都是由“同号”意见值的 Agent 组成, R_0 由同为“0”意见值的 Agent 组成, 所以不难验证 R 是等价关系, 并且 $U/R = \{U_1, U_0, U_{-1}\}$, 其中, U_1 为 U 中取“1”的 Agent 组成, U_0 由 U 中取“0”的 Agent 组成, U_{-1} 由 U 中取“-1”的 Agent 组成.

2 中立 Agent 群体模型

在实际问题研究中, Agent 常常是按照某种标准组成群体. 冲突多以群体形式展开. 例如在国际性议题中的地区性组织, 像 opec, 欧盟、东盟和拉美经济合作区等代表不同利益集团, 而这些利益集团由具有相同或相似地缘政治或经济利益(属性)国家地区 (Agent) 组成, 这些利益集团就构成了群体层面上的 Agent 集合, 某些重大问题上的冲突或协作通常都在这种群体层面上进行. 再如在推选联合国秘书长时各个“洲”形成的群体、西方议会中各个议员归属于不同政党而形成的群体都是如此.

2.1 多事件群体冲突模型

在经济学中有“机会成本”(opportunity cost) 的基本概念, 它是指在经济决策过程中, 选取某一方案而放弃另一方案所付出的代价. 企业中资源常常有多种用途, 即有多种使用的“机会”, 但用在某一方面, 就不能同时用在另一方面. 也就是说, 由于各种条件限制, Agent 对问题的选择取向在很多情况下具有“排他”性. 基于上述原理, 需要引入如下基本假设: 在 Agent 群体冲突分析过程中, 如果涉及到多个事件, 每个 Agent 群体 U_i 如果对其中的一个事件持“赞成”态度后, 对其他事件只能持“反对”或“中立”态度. 满足上述基本假设冲突分析应当是一种基本情形, 对于问题深入研究具有参考借鉴意义. 基于上述假设可以建立多事件 Agent 群体冲突模型.

给定冲突局势 $CS = \{U, A\}$, 根据某种标准将 U 中 Agent 进行分组, 得到 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$, 其中 $U_i \cap U_j = \emptyset (i \neq j), A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}, V_{a_j} = \{-1, 0, 1\}$. 定义 U 到自然数集 N 上信息函数集合 $F = \{F_{a_1}, F_{a_2}, \dots, F_{a_n}\}, F_{a_j}(U_i) = |E(U_i, a_j, 1)|$, 其中 $E(U_i, a_j, 1)$ 为 U_i 中在事件 a_j 上取值为“1”即对事件 a_j 持“赞成”态度的 Agent 成员集合 $(1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n)$.

定义 2 多事件群体冲突模型: 对给定冲突局势 $CS = \{U, A\}$, 以上述 U 为论域, 以事件集合 A 为

属性集, 以上述 $F = \{ F_{a1}, F_{a2}, \dots, F_{an} \}$ 为信息函数集而得到的信息系统 $CS_0 = (A, F)$ 称为多事件群体冲突模型.

例 1 设某联盟竞选主席, 有 3 个候选者 a, b, c . 该联盟有 6 个党派, 各党派分别组织一个代表团来参与选举投票, 分别为 $U_1, U_2, U_3, U_4, U_5, U_6$. 其中 U_1, U_2, U_3, U_4, U_5 和 U_6 分别由 10、20、15、20、5 和 20 个代表组成. 每个党派作为一个整体表决自己的态度, 但不排除党派内有分歧, 因为每个代表都是一个 Agent, 具有自主性, 针对该事件各个党派的初步意向结果可以由下述的初步内部表决模型表示. 在最初一轮调查中, 由各个群体中关于事件 (候选人) 集合 $\{ a, b, c \}$ 态度可以得到相应多事件群体冲突初始模型 CS_0 , 如图 1 所示.

	a	b	c	total
U_1	6	3	1	10
U_2	4	12	4	20
U_3	5	5	5	15
U_4	10	5	5	20
U_5	10	0	5	15
U_6	8	4	8	20

图 1 冲突初始模型 CS_0
Fig. 1 Initial model CS_0 of conflict

2.2 中立 Agent 群体模型

多事件群体冲突模型 $CS_0 = (A, F)$ 中, 群体 U_i 关于事件 a_j 支持度 $s(U_i, a_j)$ 定义为

$$s(U_i, a_j) = F_{a_j}(U_i) / |U_i|,$$

 $s(U_i, a_j)$ 表示该 Agent 群体 U_j 中对事件 a_j 持支持态度的成员数在 U_i 的 Agent 总数中所占比重.

在例 1 中, 由群体冲突模型 CS_0 得到群体关于各个事件支持度如图 2 所示.

	a	b	c	total
U_1	0.6	0.3	0.1	10
U_2	0.2	0.6	0.2	20
U_3	0.333	0.333	0.333	15
U_4	0.55	0.2	0.25	20
U_5	0.666	0	0.333	15
U_6	0.4	0.2	0.4	20

图 2 群体关于事件支持度
Fig. 2 Support to events of groups

设 $s(U_i, a_{j0}) = \max_{j \in n} (s(U_i, a_j))$, 设定一个阈值 (s) , (s) 的取值必须保证决策态度的唯一性, 即不出现既支持又反对的情况, 一般的, $(s) = 0.5$.

如果 $s(U_i, a_{j0}) \geq (s)$ 时, 称 Agent 群体 U_j 关于事件集合 A 具有明确态度.

如果 $s(U_i, a_{j0}) < (s)$ 时, 称 Agent 群体 U_j 关于事件集合 A 不具有明确态度.

给定阈值 $\theta > 0$, 定义信息函数集合 $B = \{ B_{a1}, B_{a2}, \dots, B_{an} \}$ 如下:

如果 Agent 群体 U_i 关于事件集合 A 有明确的态度, 即 $s(U_i, a_{j0}) \geq (s)$, 则 $B_{a_{j_0}}(U_i) = 1$, $B_{a_j}(U_i) = -1$, 其中 $a_j \in A, j \neq j_0$.

如果 U_j 关于事件集合 A 不具明确态度, 即 $s(U_i, a_{j_0}) < (s)$, 则 $B_{a_j}(U_i) = 0 (1 \leq j \leq n)$.

定义 3 中立群体计算模型: 以群体 Agent 集合 $U = \{ U_1, U_2, \dots, U_n \}$ 为论域, 以 A 为属性集合, 以上述定义的 $B = \{ B_{a1}, B_{a2}, \dots, B_{an} \}$ 为信息函数集合的三元组 $CS_1(\theta) = (U, A, B)$ 称为基于参数 θ 的多事件冲突中立 Agent 群体模型. 其中对应于在事件集合 A 中取值全为“0”的 Agent 群体称为给定冲突局势中的“中立”群体 (neutrality group).

在例 1 中, 若设 $\theta = 0.5$, 则得到基于 $\theta = 0.5$ 的各多事件群体冲突模型 $CS_1(0.5) = (U, A, B)$ 如图 3 所示.

	a	b	c
U_1	1	-1	-1
U_2	-1	1	-1
U_3	0	0	0
U_4	1	-1	-1
U_5	1	-1	-1
U_6	0	0	0

图 3 多事件群体冲突模型 $CS_1(0.5)$
Fig. 3 Model of groups conflict with multi-events

由图 3 可知, U_3, U_6 的态度在当前冲突局势中是不明确的, 可以看做是在所考虑冲突局势内的“中立”群体, 是冲突双方都竭力“争夺”的目标. 对于中立 Agent 群体, 可以根据其自身本来的“品质”和外界对它们的影响来预测其在未来局势中可能的发展

方向.

3 冲突分析与预测

在冲突预测过程中需要考虑事件影响与 Agent 间影响 2 种外部环境影响,而这些影响又与全体自身的素质有关.

定义 4 事件影响度:设 $|a_j(U_i,1)|$ 表示对事件 a_j 持支持态度 Agent 群体个数, $|a_j(U_i,0)|$ 表示态度不明确 Agent 群体个数.事件对中立 Agent 群体朝支持 a_j 方向的影响度 $d(a_j)$ 定义为 $d(a_j)=|a_j(U_i,1)|/(|a_j(U_i,1)|+|a_j(U_i,0)|)$.

$d(a_j)$ 表示支持事件 a_j 的 Agent 群体数目占有态度明确的总的 Agent 数目的比例.

事件外部环境对中立群体影响如图 4 所示.

	a	b	c
d	0.75	0.25	0

图 4 各个事件影响度

Fig. 4 Influence of events

在实际应用中,相同的影响力在不同“品质”Agent 群体上得到的效果不同,对每个 Agent 群体 U_i ,引入群体自主度 (U_i) 和群体从众度 $\mu(U_i)$ 来刻画,它们可以通过经验或专家途径获取.

对于例 2,假设相应群体的性格指标如图 5 所示.

		μ
U_1	0.7	0.3
U_2	0.8	0.2
U_3	0.5	0.5
U_4	0.6	0.2
U_5	0.7	0.3
U_6	0.6	0.4

图 5 自主度和从众度 μ

Fig. 5 Independence and echoing μ

定义 5 外部环境影响下中立群体趋向度:对于 Agent 群体 U_j ,定义 $T(U_i,a_j)=(U_i)s(U_i,a_j)+\mu(U_i)d(a_j)$,称 $T(U_i,a_j)$ 为结合群体自身状况和外部环境影响的对事件 v_i 的态度趋向度.

设 $M(T(U_i))$ 表示 U_i 的态度趋势中支持度最

高的事件. $\text{MAX}(T(U_i,a_j))$ 表示支持度最高的事件的态度趋向度.设定一个阈值 τ ,若 $\text{MAX}(T(U_i,a_j))>\tau$,则表示 Agent 群体 U_i 未来趋向于支持 $M(T(U_i))$ 事件.若 $\text{MAX}(T(U_i,a_j))\leq\tau$,则表示 Agent 群体 U_i 未来趋向于对 $M(T(U_i))$ 事件继续保持中立.

在例 1 中, U_3 、 U_6 两群体中立,根据图 2、图 6、图 7,设定阈值 $\tau=0.52$.可得到如下结论.

	$T(a)$	$T(b)$	$T(c)$
U_3	0.542	0.292	0.267
U_6	0.54	0.22	0.24

图 6 中立群体态度(1)

Fig. 6 Neutral group (1)

	$T(a)$	$T(b)$	$T(c)$
U_3	1	-1	-1
U_6	1	-1	-1

图 7 中立群体的态度(2)

Fig. 7 Neutral group (2)

在最终投票中, U_3 和 U_6 趋向于持支持事件 a ,联系本例,即 a 最有可能当选主席.

4 算法设计与分析

在上述模型框架内,本文设计了相应算法,并进行了必要测试.实验结果证明了模型的合理性与有效性.

4.1 冲突局势算法

对于一个特定的信息系统 $IS=(U,A)$,可以得到确定的对象 U 和其对应的属性 A ,在数据库里用 2 列存储.

准备工作:建立一个数组 IS,初始化以数据库中所存放的信息系统,IS[i]表示第 i 号对象的属性值.建立一个二维数组 ISO 来存放所得出相冲突 Agent 的结果,初始化全为 0,计算后若 $\text{ISO}[i][j]=2$,则第 i 号对象和第 j 号对象相冲突,若 $\text{ISO}[i][j]=1$,则第 i 号对象和第 j 号对象正方向相协同,若 $\text{ISO}[i][j]=-1$,则第 i 号对象和第 j 号对象负方向相协同.

算法:

```
for(i=0;i<IS.length;i++){
    for(j=i;j<IS.length;j++){
        if(IS[i]*IS[j]>0){ISO[i][j]=ISO[j][i]=IS[i]*IS[i]*IS[j];}
        else if(IS[i]*IS[j]<0){ISO[i][j]=ISO
```

[j][i] = 2;}

易知,该算法的复杂度可控制在 $O(n^2)$ 之内。

4.2 趋势分析算法

准备工作:建立一个名为 COL 的二维数组,初始化各群体 Agent 内部的表态结果, COL[i][j] 表示群体 i 中支持事件 j 的个数. 建立一个名为 CHA 的二维数组,初始化各群体 Agent 的性格特征, CHA[i][0] 表示该群体 i 的自主度, CHA[i][1] 表示该群体 i 的从众度. 同时,由用户设定文中所提到的 2 个阈值 τ_1, τ_0 , 分别用 m_1, m_2 表示. 分别建立二维数组 COL_1、COL_2 和一维数组 AFF 来存储中间状态. 建立二维数组 RES 来存储计算结果.

算法:

```
for(i = 0; i < 群体个数; i++) {
    for(j = 0; j < 事件个数; j++) {
        COL_1[i][j] = COL[i][j] / 群体 i 中 Agent 得总数;
    }
}
```

COL_1 存储群体关于事件的支持度.

```
for(i = 0; i < 群体个数; i++) {
    MAX = COL_1[i][0]; NO = 0;
    for(j = 0; j < 事件个数; j++) {
        if(COL_1[i][j] > MAX) { MAX = COL_1[i][j]; NO = j; }
    }
```

if (MAX >= m_1) {

```
    for(j = 0; j < 事件个数; j++) {
        if(j == NO) { COL_2[i][NO] = 1; }
        else { COL_2[i][j] = -1; }
```

else{

```
    for(j = 0; j < 事件个数; j++) { COL_2[i][j] = 0; }
```

COL_2 存储群体关于事件的态度.

```
for(j = 0; j < 事件个数; j++) {
    for(i = 0; i < 群体个数; i++) {
        NUM1 = 0; NUM0 = 0;
        if(COL_2[i][j] == 1) { NUM1++; }
        if(COL_2[i][j] == 0) { NUM0++; }
        AFF[j] = NUM1 / (群体总数 - NUM0);
```

AFF 存储各个事件影响度.

```
for(i = 0; i < 群体个数; i++) {
```

```
if(COL_2[i][0] == 0) {
```

```
for(j = 0; j < 事件个数; j++) {
```

```
    RES_T[i][j] = CHA[i][0] * COL_1[i][j]
```

```
    + CHA[i][1] * AFF[j];
```

```
if(RES_T[i][j] >  $m_2$ ) { RES[i][j] = 1; }
```

```
else { RES[i][j] = -1; }
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

RES 存储趋势分析后群体的态度.

以上每一步都在双重循环内完成,所以整个算法的复杂度将被控制在 $O(n^2)$ 中. 通过图 8 可以直观地看出该算法的流程.

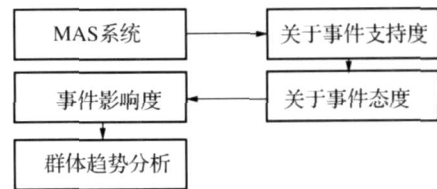


图8 算法流程

Fig. 8 Flow of algorithm

5 结束语

本文研究在冲突环境中持中立态度 Agent 未来发展趋向. 建立了以 Agent 群体为冲突粒度的 MAS 冲突模型, 该冲突模型由初始模型和基本模型 2 部分组成, 在模型框架内讨论了 Agent 群体特别是持“中立”态度 Agent 群体未来趋向的计算问题, 以本文模型为基础, 设计相应算法和实现了一个实验原型. 本文结果推广到更为一般情形, 例如发生事件带有权重等, 限于篇幅, 将另文讨论.

参考文献:

- [1] MICHAEL W. An introduction to multi-Agent systems [M]. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2002.
- [2] PAWLAK Z. Rough sets[J]. International Journal of Computer and Information Sciences, 1982, 11: 341 - 356.
- [3] PAWLAK Z. An inquiry into anatomy of conflicts[J]. Journal of Information Sciences, 1998, 109: 65 - 78.
- [4] PAWLAK Z. Some remarks on conflict analysis [J]. European Journal of Operational Research (Elsevier), 2005, 166: 649 - 654.

- [5] RAFAL D. Conflict Analysis, rough set methods and applications[M]. New York: a Springer-Verlag Company, 2000.
- [6] RAFAL D. Tezak rough set theory in conflict analysis [A]. JSAI 2001 Workshops[C]. Springer-Verlag, 2001.
- [7] TSAU Y L. Chinese wall security model and conflict analysis[A]. The 24th IEEE Computer Society International Computer Software and Applications Conference [C]. Taipei, China, 2000.
- [8] TSAU Y L. Placing the Chinese walls on the boundary of conflicts analysis of symmetric binary relations[A]. 2002 Proceeding of the 26th Annual International Computer Software and Applications Conference[C]. [S.l.], USA, 2002.

作者简介:



叶小平,男,1955年生,副教授,博士,中国计算机协会高级会员,主要研究方向为分布式智能系统、数据库与知识发现,近年来在国内外刊物上发表学术论文 30 余篇。

E-mail: mcsyxp@mail.sysu.edu.cn.



胡 苏,女,1983 年生,硕士研究生,主要研究方向为多 Agent 系统(MAS)、软计算与知识发现,发表学术论文 4 篇。

E-mail: wasomayaw@163.com.

第八届全国动力学与控制学术会议

The 8th National Conference on Dynamics and Control

动力学与控制的研究是当前国内外科学研究的前沿和热点,应用动力学的理论揭示系统动态过程现象的本质和机理,进行自主性原始创新,具有十分重大的理论和应用价值。加强动力学与控制的基础理论研究,并创造性地应用于航空航天、机械、土木、铁路、船舶、信息、通讯等工程学科,促进基础学科与工程学科之间的联系与交叉,以解决国防和国家建设中的大型工程系统的复杂动力学与控制问题是本次会议的宗旨。

会议主要议题:多体系统动力学与控制、分析动力学、离散与连续系统非线性动力学、复杂系统的振动与振动控制、控制理论与应用、实际工程系统的动力学与控制、故障诊断与在线监测、微/纳系统动力学与控制、生物、经济等领域的动力学问题、其他动力学与控制问题。

会议征文要求:2007 年 12 月 31 日前用 E-mail 形式提交 500 字左右的摘要,包括作者单位、通讯地址、邮编、E-mail 地址、稿件所属征文范围、获资助情况等详细信息。2008 年 1 月 31 日前发出论文摘要录用通知及撰写格式。2008 年 4 月 15 日前提交论文全文。热忱欢迎各位专家、学者踊跃投稿,会议将出版论文集(光盘)和论文摘要(纸质,1 页/篇),并选择优秀论文向《动力学与控制学报》、《非线性动力学学报》、《宇航学报》等有关刊物推荐发表。

投稿与联系方式:

联系人:曹登庆,李 松

地 址:哈尔滨工业大学 航天学院 137 信箱

邮 编:150001

传 真:0451 - 86402822;86413510

电 话:0451 - 86413453

手 机:13936297630

网 址:<http://sa.hit.edu.cn/ndc2008>

E-mail:ndc2008.harbin@yahoo.com.cn