

一个环境知识的自学习方法¹⁾

邵世煌 熊宁

(中国纺织大学自动化系,上海)

关键词: 可见图, 认知图, 匹配, 归并.

一、基本原理及结构

智能机器人要能通过学习积累环境知识。Bogges 曾提出以自然语言模型建立环境“地图”^[1], 文献 [2] 曾对环境知识的获取问题进行分析, 本文在此基础上提出一个自学习方法。设机器人具有视觉系统, 它能够从外界获取一系列景物描述, 称之为可见图。本文设法通过空间推理, 进行演绎计算, 把可见图有机合成, 从而构成一幅完整的环境“地图”, 称之为认知图。自学习过程可分为两步:

- 1) 匹配. 将通过视觉得到的可见图与原有认知图进行比较, 产生一组对应关系;
- 2) 归并. 依据对应关系, 将可见图中的新知识加入到原有认知图, 从而得到更新的认知图。

另外, 本文将实际环境“地图”表示为近似线性图。“地图”中物体区域用一组凸多边形表示, 并以“循环表”反映区域各顶点的顺序关系。

二、匹 配

匹配过程如下:

1. 建立 A_c 集合

定义 1. 在“地图”中, 物体区域加上其本身特性, 被统称为“块”。

定义 2. 如果 C, D 分别是可见图和认知图中的“块”, 且 C, D 对应同一实体, 则称 $cl\text{-match}(C, D)$ 。

定义 3. 对应于可见图和认知图, A_c 为所有可能构成 $cl\text{-match}$ 的“块对”的集合。一般认为, 若符合以下三个条件, 则“块” C 和“块” D 可能构成 $cl\text{-match}$, 即 $(C, D) \in A_c$, 反之亦然。1) C, D 特性相同; 2) 如果 C, D 是完整的, 则它们的几何参数一致; 3) C, D 与机器人的相对位置一致。

2. 建立 A_{x_c} 集合

定义 4. 对应于 $x \in A_c$, A_{x_c} 为 x 中所有可能构成边的匹配的“边对”的集合。

本文于 1988 年 5 月 12 日收到。

1) 国家自然科学基金资助课题。

笔者认为,如果两条边的方向接近,则它们可能构成边的匹配。显然,它们之间允许的角度差异随长度的增加而减小。

3. 建立匹配链

对于 $cl\text{-}match(C, D)$, 必至少存在一条匹配链, 即一组连接边的匹配。若 E, F 分别是 C, D 的边链, 则其匹配链 S 的第一元素必涉及 E 或 F 的第一元素, 如此得到很多初始情况。沿着 E, F 链往下检验边的匹配(在此过程中, 可能发现不可能的边的匹配, 于是将其初始情况予以排除)直至 E 或 F 终止, 如此就建立了一系列可能的匹配链。为了消除不确定性, 选择元素最多的作为最佳匹配链。将此方法应用于所有 $x \in A_c$, 建立对应于它们的匹配链。

4. 求最佳匹配

根据集合 A_c , 若存在多组可能的匹配, 可根据以下两条准则消除不确定性, 求得一组最佳匹配。1) 相对位置相容原则: 两幅“地图”中, 对应部分的相对位置必须一致。2) 最多匹配原则: 应尽可能使较多部分匹配。

三、归 并

在归并过程中, 最主要是进行区域的边的归并, 即将可见图和认知图中两对应“块”的区域边链合成, 以表示归并后区域的边链。首先, 可根据匹配链确定各顶点的顺序关系, 也即将两循环表加以归并。从归并后循环表的起点至终点的任意路径都可能成为归并后的边链。我们可根据某种准则给循环表中的每条边赋予生成代价, 然后寻找一条路径, 使其生成代价最小, 从而将它作为最佳归并链。

四、仿真结果

笔者以某室内简单的环境布置为例进行仿真试验, 图 1、图 2 分别是机器人对此环境

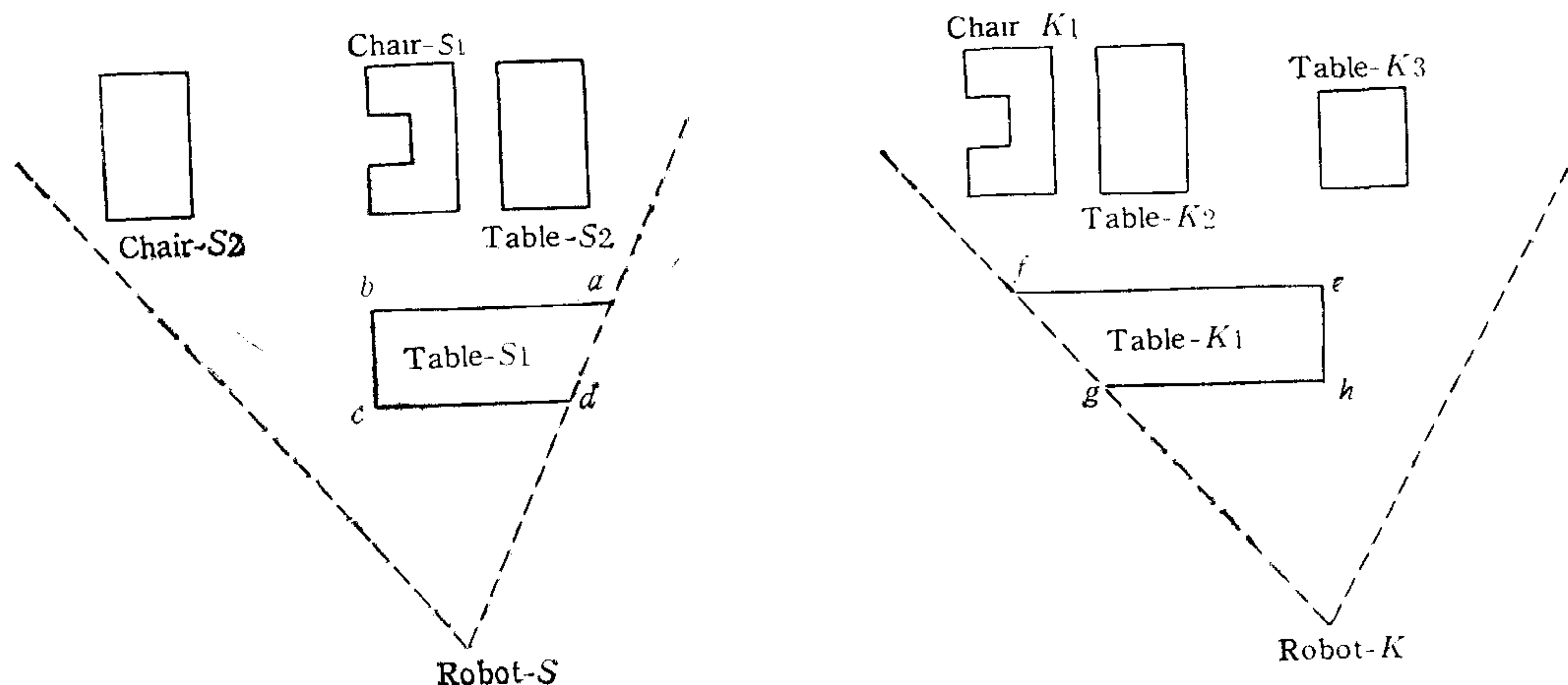


图 1 可见图

图 2 原有认知图

所获取的可见图和原有认知图,对它们进行匹配、归并。

1. 匹配

(1) $A_c = \{(\text{Chair-S1}, \text{Chair-K1}), (\text{Table-S2}, \text{Table-K2}),$
 $(\text{Chair-S2}, \text{Chair-K1}), (\text{Table-S1}, \text{Table-K1})\}$

(2) $\forall x \in A_c$, 建立 x 的匹配链。

以 $x_4 = (\text{Table-S1}, \text{Table-K1}) \in A_c$ 为例,

x_4 的匹配链 = $\{\{a - b \iff e - f\}, \{c - d \iff g - h\}\}$ 。

(3) 经相对位置校验, $x_2 = (\text{Table-S2}, \text{Table-K2})$ 与 $x_3 = (\text{Chair-S2}, \text{Chair-K1})$ 为 A_c 中的不相容元素。同时根据最多匹配原则, 选择 $\{(\text{Chair-S1}, \text{Chair-K1}), (\text{Table-S2}, \text{Table-K2}), (\text{Table-S1}, \text{Table-K1})\}$ 为最佳匹配组。

2. 归并

(1) 将可见图中的“Chair-S2”加入至认知图。

(2) 将“Table-S1”与“Table-K1”的边链归并, 得到归并后的边链为 $e-b-c-h-e$, 构成一个封闭长方形, 以此表示归并后“Table-K1”的区域。

通过以上的匹配和归并, 建立了一幅较为完整的室内环境“地图”, 如图 3 所示。

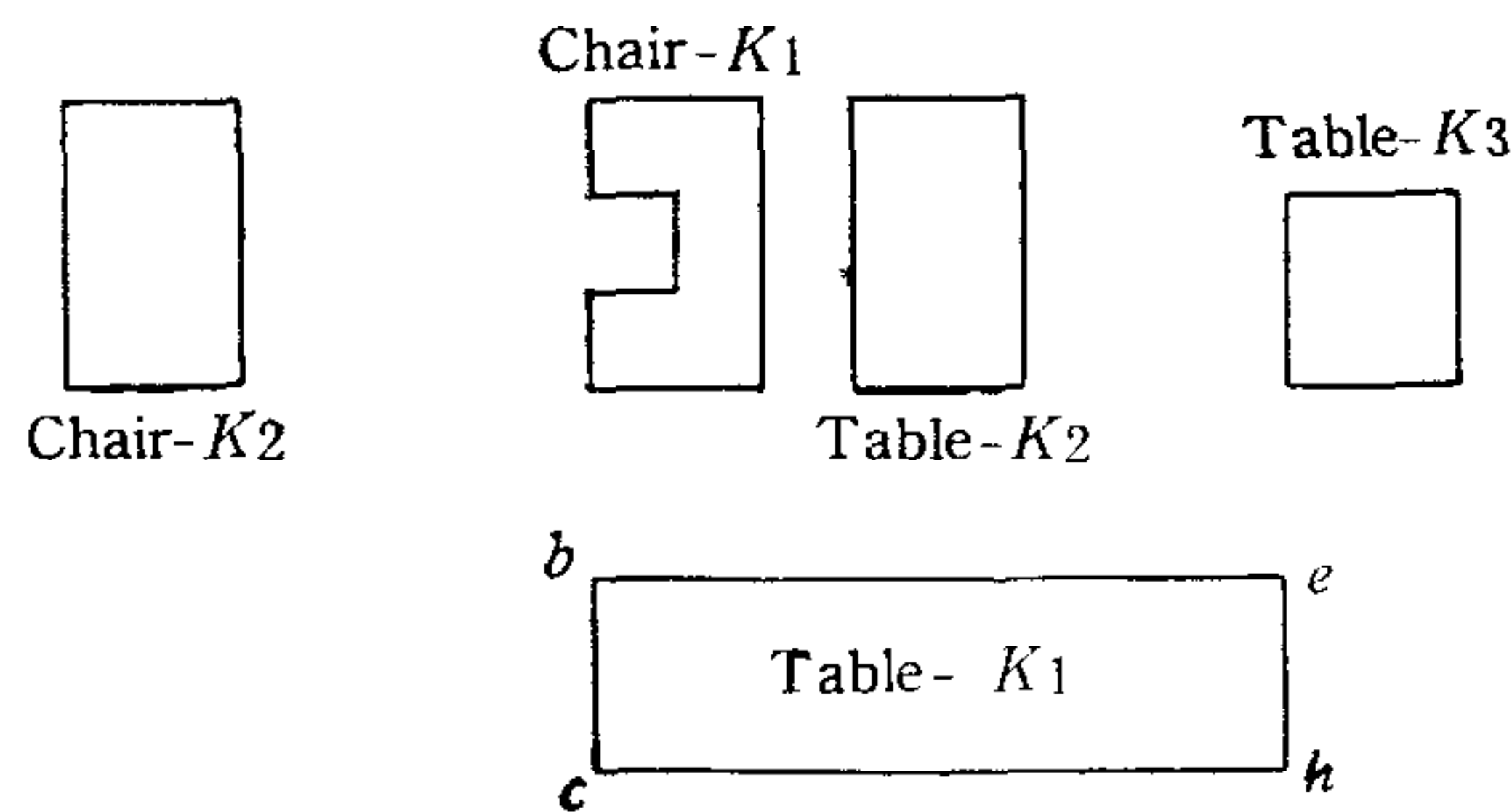


图 3 更新的认知图

参 考 文 献

- [1] Lois, C. Bogges, Computational Interpretation of English Spatial Prepositions, Tech. Rep. T-75, U. of Illinois Coordinated Science Lab, 1979.
 [2] Ernest Davis, Representing and Acquiring Geographic Knowledge, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., Los Altos, California.

A SELF-LEARNING APPROACH TO ENVIRONMENT KNOWLEDGE

SHAO SHIHUANG XIONG NING

(China Textile University)

Key words: Seen-map; cognitive-map; matching; merging.