

文章编号: 1001-0920(2006)12-1360-05

基于质量功能展开的产品配置模型

雒兴刚^{a, b}, 汪定伟^a, 唐加福^a

(东北大学 a 信息科学与工程学院, b 计算中心, 沈阳 110004)

摘要: 为使产品配置过程更符合用户的习惯, 将质量功能展开引入配置过程, 建立了基于质量功能展开的产品配置数学模型, 其目标是根据用户的个性化需求, 从可行配置方案中找到最符合用户需求的方案。为便于求解, 将数学模型转换成等效的线性规划模型。实例仿真结果表明该模型是有效可行的。

关键词: 质量功能展开; 产品配置; 质量屋

中图分类号: TP12 **文献标识码:** A

Model for Product Configuration Based on Quality Function Deployment

LUO Xing-gang^{a, b}, WANG Ding-wei^a, TANG Jia-fu^a

(a College of Information Science and Engineering, b Computing Center, Northeastern University, Shenyang 110004, China. Correspondent: LUO Xing-gang, E-mail: xgluo@mail.neu.edu.cn)

Abstract: In order to enable the configuration process to be more suitable for customer's requirements, quality function deployment is introduced into the product configuration process. A mathematical model for product configuration based on quality function deployment is established, whose objective is to search the most satisfactory one from all available configuration schemes of components according to individualized requirements. An equivalent linear programming model is deduced from the original model to facilitate the computation. Simulation research shows the effectiveness of this model.

Key words: Quality function deployment; Product configuration; House of quality

1 引言

随着市场的国际化, 用户对产品的需求正在日益多样化和个性化。市场竞争的压力迫使越来越多的企业开始采用先进的大批量定制生产模式(MC)^[1]。为适应大批量定制环境下设计、生产和管理的要求, 产品族、变形设计、产品配置等技术越来越受重视。其中产品配置技术是实现MC的关键技术之一, 它可在产品的预定零部件集和约束关系的基础上, 对可配置零部件进行组合, 形成满足不同层次客户需求的最终产品^[2]。

近年来, 产品配置技术在国内外得到了广泛研究和应用, 主要集中在基于知识的配置、配置过程建

模、配置问题求解等方面^[3]。这些研究和应用在配置条件的输入上, 直接使用产品或零部件的工程特性。许多工程特性的取值对于设计人员很熟悉, 但对于产品最终用户则可能比较陌生。产品的最终用户参与配置时, 更倾向一些从产品使用角度出发的描述。因此有必要建立某种对应关系, 将顾客的配置需求映射到产品工程特性的配置上, 使之能更好地满足顾客需求。

质量功能展开(QFD)^[4]是由用户需求(CR)来驱动产品设计全过程的产品开发方法。它通过一系列的转换, 将客户声音转化为设计工程师的语言, 是保证产品质量和满足用户需求的重要方法和技术手

收稿日期: 2005-09-23; 修回日期: 2005-10-05

基金项目: 国家自然科学基金项目(70431003, 70471028)

作者简介: 雒兴刚(1971-), 男, 新疆奇台人, 讲师, 博士生, 从事CPDM技术、智能优化算法的研究; 汪定伟(1948-), 男, 江西彭泽人, 教授, 博士生导师, 从事建模与优化、软计算方法等研究。

段^[5]。QFD 已在美国、日本和欧洲的制造、建筑、航空等行业得到了广泛应用

QFD 中用户需求和工程特性之间的复杂关系常用质量屋(HoQ)^[6]来表达。通过产品规划质量屋(HoQ 1)、部件配置质量屋(HoQ 2)、工艺规划质量屋(HoQ 3)和制造要求质量屋(HoQ 4)^[7,8]4个阶段,将顾客需求依次分解到产品开发过程的各个阶段,反映了产品设计、开发、工艺、制造的全过程

本文将QFD引入产品配置技术,利用HoQ 1和HoQ 2的矩阵变换构造顾客需求、工程特性和零部件属性的对应关系,并考虑了质量屋中自相关矩阵对工程特性、零部件属性的相互影响。在此基础上建立一个产品配置最优化模型,针对不同类型和不同层次用户的顾客需求,从可行的配置方案中求得最符合该需求的方案。与现有的产品配置过程相比,该方法可使产品配置过程更加面向用户,更好地满足顾客的配置要求

2 问题描述

为了便于模型说明和推导,引入以下符号:

c_i : 第 i 种顾客需求;

R, r_i : 顾客需求的绝对权重向量和 c_i 的绝对权重;

R, r_i : 顾客需求的相对权重向量和 c_i 的相对权重;

e_j : 第 j 个工程特性;

a_{ij} : 第 j 个工程特性与第 i 个顾客需求的关联系数;

A : 工程特性与顾客需求之间的关联系数矩阵;

t_{jl} : 第 j 个工程特性与第 l 个工程特性的自相关系数;

T : 工程特性的自相关系数矩阵;

U, u_j : 工程特性的绝对权重向量和 e_j 的绝对权重;

U, u_i : 经自相关矩阵计算修正后,工程特性的绝对权重向量和 e_j 的绝对权重;

b_{jk} : 第 k 个部件属性与第 j 个工程特性的关联系数;

B : 部件属性与工程特性之间的关联系数矩阵;

p_{ks} : 部件属性 k 与部件属性 s 的自相关系数;

P : 部件属性的自相关系数矩阵;

Q, q_{ik} : 顾客需求与部件属性的关联矩阵, $Q = A^T B P$, q_{ik} 为 Q 中的第 i 行第 k 列元素;

a_k : 第 k 个部件属性;

V, v_k : 部件属性的绝对权重向量和 a_k 的绝对权重;

V, v_k : 经自相关矩阵计算修正后,部件属性的绝对权重向量和 a_k 的绝对权重;

V^v, v_k^v : 通过配置方案推算的工程特性绝对权重向量和向量的第 k 个元素

基于质量功能展开的产品配置问题可描述为:

1) 设某产品采用QFD进行产品开发,该产品有 m 个顾客需求,与之相关的工程特性有 n 个,与工程特性相关的产品部件有 h 个,每个产品部件有 d_f 个部件属性 ($f = 1, 2, \dots, h$);

2) 向量 R 已知; 矩阵 A, T, B 和 P 均为已知;

3) 部件 f 有 e_f 个候选部件设计方案 ($f = 1, 2, \dots, h$), 这些方案所对应的部件属性值均已知; 部件的候选设计方案之间进行组合,可配置得到满足不同顾客需求的总体产品设计方案(假设组合后的方案均是可行的);

4) 问题的目标是: 根据不同顾客需求的绝对权重向量,如何配置候选部件设计方案,使总体产品设计方案最符合输入的顾客需求

3 产品配置的优化模型

3.1 部件属性绝对权重的确定

首先对关联关系矩阵 A 和 B 以及自相关矩阵 T 和 P 进行规范化处理。关联关系矩阵采用标度法表示关联的强弱程度^[9]。根据 HoQ 1 的性质可求得工程特性的绝对权重

$$u_j = \sum_{i=1}^m r_i a_{ij}, j = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

矩阵形式为

$$U = A^T R. \quad (2)$$

考虑工程特性之间的自相关性,修正后工程特性的绝对权重向量为

$$u_j = \sum_{j=1}^n u_j t_{jl}, l = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

矩阵形式为

$$U = T^T U. \quad (4)$$

类似可求得部件属性的绝对权重向量

$$v_k = \sum_{j=1}^n u_j b_{jk}, k = 1, 2, \dots, C. \quad (5)$$

矩阵形式为

$$V = B^T U. \quad (6)$$

其中 $C = \sum_{f=1}^h d_f$ 为产品的部件属性个数之和

修正后部件属性的绝对权重向量为

$$v_k = \sum_{k=1}^C v_k b_{ks}, s = 1, 2, \dots, C. \quad (7)$$

矩阵形式为

$$V = P^T V. \quad (8)$$

综合式(1) ~ (8) 可得

$$V = P^T(B^T U) = P^T B^T (T^T U) = P^T B^T T^T A^T R = (A T B P)^T R. \quad (9)$$

令 $Q = A T B P$, 则式(9) 可简化为

$$V = Q^T R.$$

3.2 模型的建立

顾客需求的权重信息经式(9) 转换后传递到 HoQ 2 的输出, 最终反映在产品部件的属性权重上. 可以选择每个部件的候选设计方案, 使之与顾客需求最为接近. 也就是说, 一个产品配置方案与顾客需求的绝对权重向量之间存在对应关系, 被选部件的属性值与部件属性的绝对权重存在函数关系

$$v_k^v = \xi(P_k), k = 1, 2, \dots, C. \quad (10)$$

为了便于问题处理, 将部件候选设计方案按部件各属性值从高到低的顺序排序. 假设部件属性绝对权重与部件属性值的排序索引 l 呈线性关系, 可以推算出权重

$$v_k^v = \frac{v_k^{\min} - v_k^{\max}}{I_k^{\max} - I_k^{\min}} I_k + v_k^{\max} - I_k^{\min} \frac{v_k^{\min} - v_k^{\max}}{I_k^{\max} - I_k^{\min}}, \quad k = 1, 2, \dots, C. \quad (11)$$

其中: v_k^{\max} 和 v_k^{\min} 分别表示第 k 个部件属性绝对权重的最大值和最小值, I_k^{\max} 和 I_k^{\min} 分别表示第 k 个部件属性值的最大排序索引值和最小排序索引值. 令

$$\alpha_k = \frac{v_k^{\min} - v_k^{\max}}{I_k^{\max} - I_k^{\min}}, \beta_k = v_k^{\max} - I_k^{\min} \alpha_k,$$

则式(11) 可以写成

$$v_k^v = \alpha_k I_k + \beta_k, k = 1, 2, \dots, C. \quad (12)$$

对于一个配置方案, 可由被选部件的属性值按式(12) 求得实际的部件属性绝对权重向量 V^v , 并由式(9) 得到转换的部件属性绝对权重向量 V . 在所有配置方案中, 使向量 V 和 V^v 偏差最小的方案为最符合顾客要求的配置方案, 问题的数学模型可表示为(模型 I)

$$\min_{f, h, l, w} \sum_{f=1}^h \sum_{g=1}^{d_f} \left| v_k - \alpha_k \left(\sum_{w=1}^{e_f} I_{f,w,g} x_{f,w} \right) - \beta_k \right|; \quad (13)$$

$$\text{s.t.} \quad x_{f,w} = 1, f = 1, 2, \dots, h, w = 1, 2, \dots, e_f. \quad (14)$$

其中

$$k = \sum_{i=1}^{f-1} d_i + g, x_{f,w} = 0 \text{ or } 1, f = 1, 2, \dots, h, w = 1, 2, \dots, e_f.$$

式(13) 表示对于所有部件的所有候选设计方案, 求向量 V 和 V^v 偏差之和最小的配置方案. 其中 $x_{f,w}$ 是决策变量, 等于 1 表示选择第 f 个部件第 w 个候选

设计方案, 等于 0 表示不选择

3.3 模型的转换

模型 I 是一个组合优化模型, 但目标函数含有绝对值, 不能利用成熟的线性规划方法求解. 因此需要将模型进行转换, 去掉模型中的绝对值项

通过引入辅助变量, 模型 I 可转换为如下线性规划模型(模型 II):

$$\min_{f, h, l, w} \sum_{f=1}^h \sum_{g=1}^{d_f} y_{f,g} \quad (15)$$

$$\text{s.t.} \quad y_{f,g} + v_k - \alpha_k \left(\sum_{w=1}^{e_f} I_{f,w,g} x_{f,w} \right) - \beta_k = 0, \quad f = 1, 2, \dots, h, g = 1, 2, \dots, d_f; \quad (16)$$

$$y_{f,g} - v_k + \alpha_k \left(\sum_{w=1}^{e_f} I_{f,w,g} x_{f,w} \right) + \beta_k = 0, \quad f = 1, 2, \dots, h, g = 1, 2, \dots, d_f. \quad (17)$$

其中

$$x_{f,w} = 1, x_{f,w} = 0 \text{ or } 1, w = 1, 2, \dots, e_f.$$

定理 1 设 $(x_{1,1}^*, \dots, x_{h,e_h}^*; y_{1,1}^*, \dots, y_{h,d_h}^*)$ 为模型 II 的最优解, 则 $(x_{1,1}^*, \dots, x_{h,e_h}^*)$ 也为模型 I 的最优解

证明 显然, $(x_{1,1}^*, \dots, x_{h,e_h}^*)$ 是模型 I 的可行解. 下面用反证法证明 $(x_{1,1}^*, \dots, x_{h,e_h}^*)$ 同时也是模型 I 的最优解.

假设 $(x_{1,1}^*, \dots, x_{h,e_h}^*)$ 不是模型 I 的最优解, 则必存在一个可行解 $(x_{1,1}, \dots, x_{h,e_h})$, 使得

$$\sum_{f=1}^h \sum_{g=1}^{d_f} \left| v_k - \alpha_k \left(\sum_{w=1}^{e_f} I_{f,w,g} x_{f,w} \right) - \beta_k \right| < \sum_{f=1}^h \sum_{g=1}^{d_f} \left| v_k - \alpha_k \left(\sum_{w=1}^{e_f} I_{f,w,g} x_{f,w}^* \right) - \beta_k \right|, \quad f = 1, 2, \dots, h, g = 1, 2, \dots, d_f.$$

令

$$y_{f,g} = \left| v_k - \alpha_k \left(\sum_{w=1}^{e_f} I_{f,w,g} x_{f,w}^* \right) - \beta_k \right|, \quad f = 1, 2, \dots, h, g = 1, 2, \dots, d_f.$$

则 $(x_{1,1}, \dots, x_{h,e_h}; y_{1,1}, \dots, y_{h,d_h})$ 满足模型 II 的所有约束, 是模型 II 的一个可行解, 且有

$$\sum_{f=1}^h \sum_{g=1}^{d_f} y_{f,g} < \sum_{f=1}^h \sum_{g=1}^{d_f} \left| v_k - \alpha_k \left(\sum_{w=1}^{e_f} I_{f,w,g} x_{f,w}^* \right) - \beta_k \right|, \quad f = 1, 2, \dots, h, g = 1, 2, \dots, d_f.$$

由式(16) 和(17) 可推得

$$y_{f,g}^* \left| v_k - \alpha_k \left(\prod_{w=1}^{e_f} I_{f,w,g} x_{f,w}^* \right) - \beta_k \right|$$

因此有

$$\prod_{f=1}^h \prod_{g=1}^{d_f} y_{f,g} < \prod_{f=1}^h \prod_{g=1}^{d_f} y_{f,g}^*$$

$$f = 1, 2, \dots, h, g = 1, 2, \dots, d_f.$$

这说明 $(x_{1,1}, \dots, x_{h,e_h}; y_{1,1}, \dots, y_{h,d_h})$ 的目标值更优, 即 $(x_{1,1}^*, \dots, x_{h,e_h}^*; y_{1,1}^*, \dots, y_{h,d_h}^*)$ 不是模型 II 的最优解 这与假设矛盾, 因此定理得证

3.4 模糊顾客需求的处理

顾客需求绝对权重是由用户主观设定的, 往往带有一定的模糊性 例如, 对某项需求要求“一般”, 权重在“0.5 左右”等 为了更好地表达这些非精确的需求, 可采用三角模糊数 $\tilde{r}_i = (r_i^M, \gamma_i, \delta_i)$ 表示顾客需求的绝对权重 其中 r_i^M 为最可能的值, $r_i^M - \gamma_i$ 和 $r_i^M + \delta_i$ 为最小值和最大值 根据三角模糊数的加法规则^[10], 由式(9)得到的部件属性绝对权重向量也是三角模糊数 $\tilde{v}_k = (v_k^M, \gamma_k, \delta_k)$, 其中

$$v_k^M = \prod_{i=1}^m r_i^M q_{ik}, \gamma_k = \prod_{i=1}^m \gamma_{ik},$$

$$\delta_k = \prod_{i=1}^m \delta_{ik}, k = 1, 2, \dots, C.$$

将模型 II 式(16)和(17)中的 v_k 替换成 \tilde{v}_k , 即为考虑模糊顾客需求绝对权重的约束表达式 可以针对约束集的 α 截集求模型的最优解 由于模型目标极小化且 $y \geq 0$, 式(17)中 \tilde{v}_k 的右边界不起作用, 式(16)中 \tilde{v}_k 的左边界也不起作用 因此给定隶属度 α 后, 模糊模型可转化成如下清晰的规划模型(模型 III):

$$\min_{1 \leq f \leq h, 1 \leq w \leq e_f} \prod_{f=1}^h \prod_{g=1}^{d_f} y_{f,g}; \quad (18)$$

$$\text{s t } y_{f,g} + v_k^M + (1 - \alpha) \delta_k - \alpha_k \left(\prod_{w=1}^{e_f} I_{f,w,g} x_{f,w} \right) - \beta_k = 0,$$

$$f = 1, 2, \dots, h, g = 1, 2, \dots, d_f; \quad (19)$$

$$y_{f,g} - v_k^M + (1 - \alpha) \gamma_k + \alpha_k \left(\prod_{w=1}^{e_f} I_{f,w,g} x_{f,w} \right) + \beta_k = 0,$$

$$f = 1, 2, \dots, h, g = 1, 2, \dots, d_f. \quad (20)$$

其中 $x_{f,w}$ 和 $x_{f,w}$ 的意义同前

模型的最优解集可表示为

$$S^* = \{ (X^*, \alpha) \mid \alpha = [0, 1] \},$$

其中 X 为模型 III 的最优解

4 实例与仿真结果

某公司在开发设计排气消声器产品时, 根据市场调研确定了顾客对产品的需求, 主要包括以下 5 个方面: 消声效果好 (C_1); 运行时振动小 (C_2); 产品重量轻 (C_3); 抗环境腐蚀能力强 (C_4); 耐用性能好 (C_5). 根据客户需求, 确定了如下 5 个相关工程特性: 加工精度 (E_1); 设计重量 (E_2); 消声孔径尺寸 (E_3); 耐腐蚀指数 (E_4); 设计寿命 (E_5). 与工程特性相关的部件主要有 3 个: 消声管 (P_1); 芯架 (P_2); 护罩 (P_3). 消声管的相关属性包括 4 项: 孔加工精度 (P_{11}); 孔径尺寸 (P_{12}); 设计重量 (P_{13}); 设计寿命 (P_{14}). 芯架的相关属性包括 2 项: 设计重量 (P_{21}); 设计寿命 (P_{22}). 护罩的相关属性包括 3 项: 设计重量 (P_{31}); 耐腐蚀指数 (P_{32}); 设计寿命 (P_{33}).

根据上述信息, 建立产品规划质量屋(表 1)和部件部署质量屋(表 2).

表 1 产品规划质量屋

工程特性	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	
E_1	1	0	0	0	0	
E_2	0	1	0	0	0	
E_3	0	0	1	0	0	
E_4	0	0	0	1	0.11	
E_5	0	0	0	0.11	1	
客户需求	绝对权重	70	27	60	23	47
C_1	5.0	9	0	3	0	0
C_2	5.0	5	0	9	0	0
C_3	3.0	0	9	0	0	0
C_4	2.0	0	0	0	9	1
C_5	5.0	0	0	0	1	9

设顾客需求绝对权重是模糊量, 其中

$$\tilde{r}_1 = (5, 0.5, 0.5), \tilde{r}_2 = (5, 0.5, 0.5),$$

$$\tilde{r}_3 = (3, 0.5, 0.5), \tilde{r}_4 = (2, 0.5, 0.5),$$

$$\tilde{r}_5 = (5, 0.5, 0.5).$$

P_1 提供 4 种部件候选设计方案, P_2 和 P_3 提供 3 种部件候选设计方案 对每个方案的部件属性按属性值进行排序, 其结果如表 3 所示

计算中间变量并代入模型 III, 用 Lingo 软件进行求解 当隶属度 $\alpha = 1$ 时(相当于确定的顾客需求绝对权重), 结果为 $x_{1,1} = x_{2,2} = x_{3,2} = 1$ 表示最优的配置方案是选择部件 P_1 的第 1 个方案、部件 P_2 的第 2 个方案和部件 P_3 的第 2 个方案, 这与用户的配置需求基本相符 最优目标值为 568.993 2

当 $\alpha = 0.7$ 时, 重新求解模型, 配置结果仍为 $x_{1,1} = x_{2,2} = x_{3,2} = 1$, 但最优目标值为 441.645 0

表2 部件规划质量屋

部件属性	P ₁				P ₂		P ₃			
	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	P ₂₁	P ₂₂	P ₃₁	P ₃₂	P ₃₃	
P ₁₁	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
P ₁₂	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
P ₁₃	0	0	1	0	0.11	0	0.11	0	0	
P ₁₄	0	0	0	1	0	0.33	0	0	0.33	
P ₂₁	0	0	0.11	0	1	0	0.11	0	0	
P ₂₂	0	0	0	0.33	0	1	0	0	0.33	
P ₃₁	0	0	0.11	0	0.11	0	1	0	0	
P ₃₂	0	0	0	0	0	0	0	1	0.11	
P ₃₃	0	0	0	0.33	0	0.33	0	0.11	1	
工程特性	绝对权重	630	540	243	445.77	243	445.77	243	303.06	473.94
E ₁	70	9	0	0	0	0	0	0	0	
E ₂	27	0	0	9	0	9	0	9	0	
E ₃	60	0	9	0	0	0	0	0	0	
E ₄	28.17	0	0	0	0	0	0	9	1	
E ₅	49.53	0	0	0	9	0	9	0	1	

表3 部件设计方案的属性值排序结果

方案	P ₁				P ₂		P ₃		
	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	P ₂₁	P ₂₂	P ₃₁	P ₃₂	P ₃₃
方案1	1	1	3	1	1	3	1	1	2
方案2	2	2	1	2	2	1	2	2	1
方案3	3	3	2	4	3	2	3	3	3
方案4	4	4	4	3					

这说明降低解的隶属度可以得到更好的目标值 本例中总配置方案只有 36 个, 如果部件配置方案很多, 当改变隶属度时, 则配置方案可能发生变化

5 结 语

本文利用QFD 的质量屋转换矩阵将产品配置过程扩展到用户需求层次, 建立了一个以最符合用户需求为目标的产品配置优化模型, 并将其转化成等效的线性规划模型 该模型是比较常规的0-1 规划模型, 有不少成熟的求解算法, 如分支定界法, 隐枚举法等 即使对于大规模的配置问题, 也有较高的求解效率

参考文献(References)

[1] Tseng M M, Jiao J. Design for Mass Customization [J]. *CIRP Annals in Manufacturing Technology*, 1996, 45(1): 153-156

[2] Silveira D G, Borenstein D, Fogliatto F S. Mass Customization: Literature Review and Research Directions [J]. *Int J of Production Economics*, 2001, 72(1): 1-13

[3] 王世伟, 谭建荣, 张树有, 等. 基于GBOM 的产品配置研究[J]. *计算机辅助设计与图形学学报*, 2004, 16(5): 655-659

(Wang S W, Tan J R, Zhang S Y, et al. Product Configuration Based on Generic Bill of Material[J]. *J of Computer Aided Design and Computer Graphics*, 2005,

16(5): 655-659.)

[4] Akao Y. *Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design* [M]. Cambridge: Productivity Press, 1990

[5] 唐加福, 汪定伟, 刘士新, 等. 产品优化设计的用户满意模型[J]. *管理科学学报*, 2003, 6(3): 46-51

(Tang J F, Wang D W, Liu S X, et al. Customer Satisfaction Model for Optimal Product Design [J]. *J of Management Sciences in China*, 2003, 6(3): 46-51.)

[6] Hauser J R, Clausing D. The House of Quality [J]. *Harvard Business Review*, 1988, 66(3): 63-73

[7] Tang J F, Richard Y K, Xu B D, et al. A New Approach to Quality Function Deployment Planning with Financial Consideration [J]. *Computer and Operations Research*, 2001, 29(11): 1447-1463

[8] Griffin A. Evaluating QFD's Use in US Firms as a Process for Developing Products [J]. *J of Product Innovation Management*, 1992, 9(3): 171-187.

[9] 唐加福, 刘士新, 陈以增, 等. 产品优化设计的资源分配模型[J]. *系统工程学报*, 2003, 18(3): 284-288

(Tang J F, Liu S X, Chen Y Z, et al. Resource Allocation in Product Optimization Design [J]. *J of System Engineering*, 2003, 18(3): 284-288.)

[10] Fang S C, Wang D W. *Fuzzy Mathematics and Fuzzy Optimization* [M]. Beijing: Science Press, 1997.