Innovation Systems and European Integration (ISE)

A research project funded by the Targeted Socio-Economic Research (TSER) program of the European Commission (DG XII) under the Fourth Framework Program, European Commission (Contract no. SOE1-CT95-1004, DG XII SOLS), coordinated by Professor Charles Edquist of the Systems of Innovation Research Program (SIRP) at Linköping University (Sweden).

Sub-Project 3.2.5: Technological Entry: Diversification vs. New Innovators

Statistical Analysis on the Distance Between Fields of Technology

Submitted to the Commission: September, 1997

Sybille Hinze
Thomas Reiss
Ulrich Schmoch

Fraunhofer-Institute Systems and Innovation Research (ISI), Karlsruhe (Germany)
TEL: +49 721 6809 160
FAX: +49 721 6809 176
E-mail: rt@isi.fhg.de

Abstract:
This paper analyses the distance between fields of technology based on the co-occurrence of IPC-codes assigned to individual patent documents. At least one but usually more classification codes of the IPC are assigned to all patent documents. It is assumed that the occurrence of more than one code can be interpreted as indicating a relationship between the technological areas standing behind the classification code. For each IPC code the co-occurrence with all other codes has been determined and the frequency of the co-occurrence of IPC codes was taken as an indication of the strength of the relationship between the different codes. This analysis was carried out using an IPC based technology-oriented classification which differentiates between 30 fields. The results indicate that there are almost no differences between the distance of fields of technology using world-wide patent data compared to individual country data. Furthermore, the relations between technology areas remain stable for the different periods considered. It is concluded that technological proximity seems to be an intrinsic feature of technology which is valid for industrial countries and which remains nearly unchanged even for long observation periods.

Key-words: technological distance, patents, patent classification, technology classification, diversification

According to the agreement work for sub-project 3.2.5 the Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (FhG-ISI) is providing data on the technological distance between different fields of technology which are used as a basis for the analysis of technological entry which is carried out in particular by CESPRI.

1 Selection of an appropriate classification scheme

The first step within the investigation was to select an appropriate classification as starting point for analysing technological distances. It was agreed with CESPRI to use a technology-oriented classification which distinguishes 30 different fields of technology based on the International Patent Classification (IPC). All patent documents are classified by at least one classification code of the IPC, which are assigned to the documents by the patent examiners of the issuing patent offices. The IPC is an internationally agreed, clear-cut, non-overlapping and comprehensive patent classification system. Currently the IPC contains almost 60,000 individual elements and offers the possibility of representations at different hierarchical levels (Grupp and Schmoch 1992a, p. 84). Drawing on the technological know-how of specialists from the Fraunhofer society the first version of the classification consisting of 28 technological fields was defined already in the early nineties. It has been used and was refined several times in close co-operation with the French Patent Office and the Observatoire des Sciences et des Techniques (OST) taking into consideration the development which technology has undergone[1]. The present version of the technology classification is given in table 1.

Table 1: Classification of technology by 30 sectors and related IPC codes

	Technical Area	IPC code
1.	Electrical devices, electrical engineering, electrical energy	F21; G05F; H01B,C,F,G,H,J,K,M, R,T; H02; H05B,C,F,K
2.	Audiovisual technology	G09F,G; G11B; H03F,G,J; H04N-003, -005,-009,-013,-015,-017,R,S
3.	Telecommunications	G08C; H01P,Q; H03B,C,D,H,K,L,M; H04B,H,J,K,L,M,N-001,-007,-011,Q
4.	Information technology	G06; G11C; G10L
5.	Semiconductors	H01L
6.	Optics	G02; G03B,C,D,F,G,H; H01S

1 For more details see also Grupp&Schmoch, 1992 and Grupp, Münt, Schmoch, 1995

	Technical Area	IPC code
7.	Analysis, measurement, control technology	G01B,C,D,F,G,H,J,K,L,M,N,P,R,S,V, W; G04; G05B,D; G07; G08B,G; G09B,C,D; G12
8.	Medical technology	A61B,C,D,F,G,H,J,L,M,N
9.	Organic fine chemistry	C07C,D,F,H,J,K
10.	Macromolecular chemistry, polymers	C08B,F,G,H,K,L; C09D,J;C13L
11.	Pharmaceutics, cosmetics	A61K
12.	Biotechnology	C07G; C12M,N,P,Q,R,S
13.	Materials, metallurgy	C01; C03C; C04; C21; C22; B22
14.	Agriculture, food chemistry	A01H; A21D; A23B,C,D,F,G,J,K,L; C12C,F,G,H,J; C13D,F,J,K
15.	Chemical industry and petrol industry, basic materials chemistry	A01N; C05; C07B; C08C; C09B,C,F, G,H,K; C10B,C,F,G,H,J,K,L,M; C11B,C,D
16.	Chemical engineering	B01B,D (without -046 to -053),F,J,L; B02C; B03; B04; B05B; B06; B07; B08; F25J; F26
17.	Surface technology, coating	B05C,D; B32; C23; C25; C30
18.	Materials processing, textiles, paper	A41H; A43D; A46D; B28; B29; B31; C03B; C08J; C14; D01; D02; D03; D04B,C,G,H; D05; D06B,C,G,H,J,L,M,P,Q; D21
19.	Thermal processes and apparatus	F22; F23B,C,D,H,K,L,M,N,Q; F24; F25B,C; F27; F28
20.	Environmental technology	A62D; B01D-046 to -053; B09; C02; F01N; F23G,J
21.	Machine tools	B21; B23; B24; B26D,F; B27; B30
22.	Engines, pumpes, turbines	F01B,C,D,K,L,M,P; F02; F03; F04; F23R
23.	Mechanical elements	F15; F16; F17; G05G
24.	Handling, printing	B25J; B41; B65B,C,D,F,G,H; B66; B67
25.	Agricultural and food processing machinery and apparatus	A01B,C,D,F,G,J,K,L,M; A21B,C; A22; A23N,P; B02B; C12L; C13C,G,H
26.	Transport	B60; B61; B62; B63B,C,H,J; B64B,C,D,F
27.	Nuclear engineering	G01T; G21; H05G,H
28.	Space technology, weapons	B63G; B64G; C06; F41; F42
29.	Consumer goods and equipment	A24; A41B,C,D,F,G; A42; A43B,C; A44; A45; A46B; A47; A62B,C; A63; B25B,C,D,F,G,H; B26B; B42; B43; B44; B68; D04D; D06F,N; D07; F25D; G10B,C,D,F,G,H,K
30.	Civil engineering, building, mining	E01; E02; E03; E04; E05; E06; E21

2 Data and Method

The distance between the fields of technology was determined analysing the co-occurrence of IPC-codes assigned to individual patent documents. As described above, at least one but usually more classification codes of the IPC are assigned to all patent documents. It is assumed that the occurrence of more than one code can be interpreted as indicating a relationship between the technological areas standing behind the classification code. For each IPC code the co-occurrence with all other codes has been determined and the frequency of the co-occurrence of IPC codes was taken as an indication of the strength of the relationship between the different codes. In other words the more often a code was assigned to patent documents within one area together with codes of another area the stronger is the relationship between those codes or the lower is the distance between those technological areas standing behind the respective codes.

To come up with information about technological distances, co-occurrence data can be retrieved using different approaches. Internationally a discussion is going on about the most appropriated approach. Some studies are based on the distinction made between main and supplementary classification which are assigned to the patent document. This approach assumes that the main classification "provides a good proxy of the producing sector of knowledge, and that the listed supplementary IPC codes (taken as partially unintended "by-products" of the main goal of the invention) give an indication for technology spillovers to other industrial sectors. (Verspagen 1995, p. 4). According to our experience collected during the last years while carrying out a number of studies dealing with patent indicators, also including a number of interviews carried out at the German and the European Patent Office, this assumption cannot be confirmed. The main classification assigned to a patent document describes the central characteristics of the main claim of the patent, while the supplementary codes are used to describe further features of the main claim and of the remaining claims of the patent (Schmoch et al. 1988, p- 142). However, this distinction does not enable a distinction between knowledge producing fields of technology and those fields incorporating this knowledge. The direction of knowledge flows cannot be derived. Thus, for the investigations presented in this paper another approach was chosen which does not distinguish between main and supplementary classification, but which counts all classification codes assigned to a patent application equally.

Searches have been performed in the on-line version of the database EPAT. In total three periods of time have been considered (1982-1985, 1986-1989 and 1990-1993). The delimitation of the periods of time was done by the priority year as given in the patent application. The analyses have been carried out for all patent applications at the European Patent Office. In addition, because it was intended to examine whether technological distance is affected by differences between different countries and the kind of technology produced there or whether technological distance is an international characteristic of technology independent from national patterns, for the most recent period of time distance matrices have been calculated for the USA, Japan and Germany. The "inventor country" was used to distinguish between the countries analysed. Thus, in total 6 matrices on technological distances have been constructed and compared. For all patents all assigned classification codes have been retrieved and the frequency of co-occurrence of the fields of technology defined by IPC-codes have been counted. This data has been used to build co-occurrence matrices. The technological distance has been measured by the overlap (percentage) of patent applications, which according to the assignment of IPC-codes belong to different fields of technology.

A third approach could have been applied using the information of patent citations given in the patent documents. In the official search reports of the patents the state-of-the-art related to the legal claims of the patent application is described using patent citations or if there are still no related patents available also non-patent literature is cited. The patent office examiners generally prefer to cite other patents, because technical features are more clearly described than in scientific articles. But if they cannot find relevant patents, they also refer to publications. This is more often the case in areas of technology which are strongly science-based. In the approach taking patent citations as unit of analysis, the technological area, the cited patent belongs to, is seen as the technology producing one, while the area the citing document belongs to is seen as the absorbing area of technology. However, investigations have shown that there are hardly any differences between the distribution of the cited and citing patent to technological areas. This is due to the fact, that the classification of a patent document have the primary function to determine the areas of novelty searches. Thus, the cited documents have almost the same classification as the citing ones (Grupp et al. 1990). Using patent citations do not provide additional information about knowledge spillovers between areas of technology. Thus, this approach was also seen as being inappropriate to describe technological distances.

3 Results

The results of the analysis are given in table 2 to 7. The Distance between fields of technologies is indicated by the proportion of co-occurring classifications and thus the overlap between these fields.

From the comparison of the different distance matrices it came out that no difference can be identified between the distance of fields of technology using world-wide patent data compared to individual country data. Furthermore, the relation between technology areas remain stable for the different periods considered.

To conclude, technological proximity seems to be an intrinsic feature of technology which is valid for industrial countries and which remains nearly unchanged even for long observation periods.

Table 2: Distance between fields of technology, world-wide, 1982-1985

	1 Electrical Engineering	2 Audiovisual technology	3 Telecommunications	4 Information technology	5 Semiconductors	6 Optics	7 Control Technology	8 Medical technology	9 Organic Chemistry	10 Polymers	11 Pharmaceutics	12 Biotechnology	13 Materials	14 Food	15 Basic materials chemistry
1 Electrical Engineering	100,0%	1,8%	2,1%	0,8%	2,3%	2,2%	4,6%	0,7%	0,3%	2,5%		0,0%	3,5%	0,0%	0,7%
2 Audiovisual technology	3,6%	100,0%	7,7%	4,2%	1,4%	4,4%	3,4%	0,9%	0,1%	0,9%	0,0%		0,8%		0,3%
3 Telecommunications	3,8%	6,7%	100,0%	6,4%	1,2%	2,1%	6,6%	0,4%		0,0%			0,0%	0,0%	
4 Information technology	1,8%	4,9%	8,5%	100,0%	2,4%	1,7%	8,5%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%
5 Semiconductors	7,9%	2,3%	2,3%	3,5%	100,0%	5,2%	2,7%	0,1%	0,2%	1,2%		0,0%	2,1%		0,1%
6 Optics	4,2%	4,1%	2,2%	1,4%	2,9%	100,0%	4,9%	1,7%	3,0%	5,2%	0,2%	0,1%	1,9%	0,0%	2,4%
7 Control Technology	4,1%	1,5%	3,3%	3,2%	0,7%	2,3%	100,0%	2,8%	3,0%	0,3%	2,3%	5,3%	0,6%	0,0%	0,4%
8 Medical technology	1,5%	0,9%	0,5%	1,1%	0,0%	1,8%	6,4%	100,0%	0,4%	3,0%	4,1%	0,7%	0,5%	0,6%	1,3%
9 Organic Chemistry	0,2%	0,0%		0,0%	0,0%	1,3%	2,9%	0,2%	100,0%	5,3%	36,3%	7,6%	1,1%	1,3%	16,6%
10 Polymers	3,4%	0,6%	0,0%	0,0%	0,5%	3,7%	0,5%	1,9%	8,4%	100,0%	2,8%	0,8%	2,5%	0,3%	6,6%
11 Pharmaceutics		0,0%		0,0%		0,1%	3,6%	2,8%	59,0%	2,9%	100,0%	10,6%	0,6%	2,4%	3,9%
12 Biotechnology	0,0%			0,1%	0,0%	0,1%	18,4%	1,0%	27,8%	1,9%	23,9%	100,0%	0,3%	4,7%	3,3%
13 Materials	6,8%	0,8%	0,0%	0,0%	1,2%	1,9%	1,3%	0,5%	2,6%	3,7%	0,8%	0,2%	100,0%	0,2%	3,7%
14 Food	0,2%		0,1%	0,1%		0,2%	0,3%	1,8%	9,5%	1,5%	10,7%	9,6%	0,5%	100,0%	6,1%
15 Basic materials chemistry	1,2%	0,3%		0,1%	0,1%	2,1%	0,8%	1,1%	32,0%	8,1%	4,7%	1,7%	3,2%	1,6%	100,0%
16 Chemical engineering	1,3%	0,1%	0,1%	0,5%	0,2%	0,4%	5,3%	2,2%	11,4%	3,2%	1,3%	1,5%	8,2%	1,4%	8,5%
17 Surfaces	8,0%	0,9%	0,2%	0,1%	4,0%	2,6%	1,9%	1,1%	1,6%	9,6%	0,2%	0,1%	9,1%	0,3%	2,6%
18 Materials processing	2,5%	0,6%	0,1%	0,1%	0,2%	1,9%	1,3%	1,7%	1,5%	15,1%	0,3%	0,2%	3,2%	0,2%	5,5%
19 Thermal processes	6,0%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	4,8%	0,6%	0,1%	0,2%		0,0%	7,5%	0,5%	1,8%
20 Enviromental technology	0,5%				0,1%	0,1%	1,1%	0,9%	2,3%	3,3%	0,5%	1,5%	9,7%	0,6%	5,7%
21 Machine tools	3,2%	0,1%		0,2%	0,7%	1,0%	3,0%	0,6%	0,1%	0,7%	0,0%	0,0%	3,7%	0,2%	0,9%
22 Engines	2,6%	0,1%	0,4%	0,3%	0,2%	0,0%	3,2%	0,7%	0,1%	0,0%		0,0%	1,3%	0,0%	0,5%
23 Mechanical elements	2,7%	0,4%	0,2%	0,2%	0,1%	0,3%	3,5%	1,2%	0,1%	0,4%		0,0%	1,1%	0,1%	0,3%
24 Handling	1,9%	0,7%	0,5%	1,4%	0,4%	1,8%	3,7%	0,9%	0,6%	1,0%	0,1%	0,1%	0,6%	0,5%	0,4%
25 Food processing	0,7%	0,2%	0,1%	0,3%		0,1%	2,2%	1,2%	0,0%	0,4%	0,2%	1,1%	0,1%	4,2%	2,1%
26 Transport	2,2%	0,2%	0,4%	0,2%	0,0%	0,4%	3,1%	0,4%		0,7%			0,3%		0,0%
27 Nuclear engineering	6,5%	1,7%	1,5%	0,7%	0,6%	2,9%	7,2%	5,6%	0,2%	0,1%	0,2%	0,3%	3,3%	0,1%	2,0%
28 Space technology	0,7%	0,3%	1,4%	0,2%	0,2%	1,6%	5,2%		0,3%	0,2%	0,1%		0,5%	0,1%	0,4%
29 Consumer goods	1,7%	1,1%	0,3%	0,5%	0,2%	0,5%	3,4%	3,2%	0,2%	1,0%	0,3%	0,0%	0,4%	0,7%	0,5%
30 Civil engineering	1,2%	0,3%	0,3%	0,2%	0,0%	0,1%	2,2%	0,2%	0,2%	1,3%	0,0%	0,2%	2,1%	0,0%	1,1%

	16 Chemical engineering	17 Surfaces	18 Materials processing	19 Thermal processes	20 Enviromental technology	21 Machine tools	22 Engines	23 Mechanical elements	24 Handling	25 Food processing	26 Transport	27 Nuclear engineering	28 Space technology	29 Consumer goods	30 Civil engineering
1 Electrical Engineering	0,7%	3,0%	1,8%	1,7%	0,1%	1,5%	0,9%	1,7%	1,4%	0,2%	1,2%	0,8%	0,1%	1,1%	0,7%
2 Audiovisual technology	0,1%	0,7%	0,8%	0,0%		0,1%	0,1%	0,5%	1,2%	0,1%	0,3%	0,4%	0,1%	1,4%	0,3%
3 Telecommunications	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%			0,2%	0,2%	0,7%	0,0%	0,4%	0,3%	0,2%	0,3%	0,3%
4 Information technology	0,7%	0,1%	0,2%	0,1%		0,2%	0,2%	0,3%	2,5%	0,2%	0,2%	0,2%	0,0%	0,8%	0,2%
5 Semiconductors	0,4%	5,2%	0,4%	0,2%	0,1%	1,1%	0,2%	0,2%	0,9%		0,1%	0,2%	0,1%	0,4%	0,1%
6 Optics	0,4%	1,9%	2,7%	0,2%	0,0%	0,8%	0,0%	0,3%	2,7%	0,1%	0,4%	0,7%	0,3%	0,6%	0,1%
7 Control Technology	2,6%	0,6%	0,9%	1,2%	0,2%	1,2%	1,0%	2,0%	2,5%	0,5%	1,5%	0,8%	0,5%	2,0%	1,1%
8 Medical technology	2,5%	0,9%	2,5%	0,3%	0,3%	0,6%	0,5%	1,6%	1,5%	0,6%	0,4%	1,5%		4,2%	0,2%
9 Organic Chemistry	5,3%	0,5%	0,9%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%		0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
10 Polymers	2,4%	4,8%	14,9%	0,1%	0,8%	0,4%	0,0%	0,4%	1,0%	0,1%	0,5%	0,0%	0,0%	0,9%	1,0%
11 Pharmaceutics	1,0%	0,1%	0,3%		0,1%	0,0%			0,1%	0,1%		0,0%	0,0%	0,3%	0,0%
12 Biotechnology	2,5%	0,1%	0,5%	0,0%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,8%		0,1%		0,0%	0,4%
13 Materials	8,7%	6,6%	4,6%	4,2%	3,6%	3,3%	0,9%	1,4%	0,8%	0,1%	0,3%	0,8%	0,1%	0,5%	2,2%
14 Food	4,8%	0,7%	1,1%	0,9%	0,7%	0,7%	0,1%	0,4%	2,4%	6,1%		0,1%	0,1%	2,7%	0,1%
15 Basic materials chemistry	7,6%	1,6%	6,7%	0,8%	1,8%	0,7%	0,3%	0,3%	0,5%	0,8%	0,0%	0,4%	0,1%	0,6%	1,0%
16 Chemical engineering	100,0%	3,4%	4,5%	3,3%	8,9%	1,1%	1,5%	2,0%	3,4%	1,8%	0,4%	0,6%	0,2%	1,9%	1,4%
17 Surfaces	5,0%	100,0%	10,3%	0,6%	1,6%	2,7%	0,4%	1,8%	6,2%	0,2%	1,2%	0,6%	0,4%	3,9%	2,7%
18 Materials processing	3,4%	5,2%	100,0%	0,7%	0,6%	2,8%	0,2%	2,5%	5,0%	0,3%	1,0%	0,1%	0,1%	3,5%	1,5%
19 Thermal processes	6,2%	0,8%	1,7%	100,0%	5,1%	1,7%	4,2%	4,3%	1,5%	1,0%	1,3%	0,7%	0,1%	2,6%	2,2%
20 Enviromental technology	25,4%	3,2%	2,2%	7,7%	100,0%	0,8%	2,5%	1,6%	0,9%	0,7%	1,0%	1,0%	0,1%	1,4%	2,4%
21 Machine tools	1,3%	2,2%	4,5%	1,1%	0,3%	100,0%	0,6%	4,7%	3,9%	0,9%	0,8%	0,5%	0,3%	3,6%	1,6%
22 Engines	2,3%	0,4%	0,4%	3,5%	1,4%	0,8%	100,0%	10,0%	0,9%	0,2%	2,7%	0,2%	0,6%	0,6%	0,8%
23 Mechanical elements	1,7%	1,1%	2,9%	2,0%	0,5%	3,4%	5,5%	100,0%	3,5%	0,9%	9,5%	0,5%	0,5%	3,3%	5,4%
24 Handling	2,4%	3,0%	4,8%	0,6%	0,2%	2,3%	0,4%	2,9%	100,0%	1,3%	1,7%	0,2%	0,1%	3,1%	1,3%
25 Food processing	4,3%	0,3%	1,1%	1,3%	0,6%	1,7%	0,3%	2,5%	4,2%	100,0%	1,1%		0,1%	2,4%	2,7%
26 Transport	0,4%	0,8%	1,3%	0,7%	0,3%	0,6%	1,7%	10,8%	2,4%	0,5%	100,0%	0,0%	0,5%	2,6%	2,6%
27 Nuclear engineering	2,7%	1,9%	0,4%	1,7%	1,6%	1,8%	0,4%	2,5%	0,9%		0,1%	100,0%	0,1%	0,4%	0,6%
28 Space technology	1,4%	1,4%	0,6%	0,2%	0,2%	1,3%	2,0%	3,0%	1,1%	0,3%	3,0%	0,1%	100,0%	0,9%	2,5%
29 Consumer goods	1,6%	2,3%	4,0%	1,2%	0,4%	2,5%	0,3%	3,2%	3,7%	0,9%	2,2%	0,1%	0,1%	100,0%	2,6%
30 Civil engineering	1,4%	1,9%	2,1%	1,2%	0,9%	1,4%	0,5%	6,3%	1,9%	1,1%	2,7%	0,1%	0,4%	3,1%	100,0%

Table 3: Distance between fields of technology, world-wide, 1986-1989

	1 Electrical Engineering	2 Audiovisual technology	3 Telecommunications	4 Information technology	5 Semiconductors	6 Optics	7 Control Technology	8 Medical technology	9 Organic Chemistry	10 Polymers	11 Pharmaceutics	12 Biotechnology	13 Materials	14 Food	15 Basic materials chemistry
1 Electrical Engineering	100,0%	1,8%	2,4%	1,0%	3,0%	2,4%	4,0%	0,6%	0,2%	2,5%	0,0%	0,0%	3,2%	0,1%	0,7%
2 Audiovisual technology	3,4%	100,0%	7,4%	4,0%	1,1%	4,7%	2,7%	0,5%	0,5%	1,0%	0,0%	0,0%	0,5%		0,7%
3 Telecommunications	3,6%	6,1%	100,0%	5,4%	1,1%	2,9%	5,1%	0,2%		0,1%			0,1%		0,0%
4 Information technology	1,8%	4,0%	6,6%	100,0%	2,0%	1,5%	7,0%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		0,0%	0,0%
5 Semiconductors	8,0%	1,5%	2,0%	2,9%	100,0%	5,8%	2,9%	0,1%	0,2%	1,1%		0,0%	5,9%		0,4%
6 Optics	3,6%	3,8%	2,8%	1,2%	3,2%	100,0%	3,4%	1,4%	2,7%	4,7%	0,1%	0,0%	0,8%		2,6%
7 Control Technology	3,3%	1,2%	2,8%	3,1%	0,9%	1,9%	100,0%	2,4%	4,1%	0,3%	3,3%	6,6%	0,3%	0,1%	0,4%
8 Medical technology	1,0%	0,4%	0,2%	0,8%	0,1%	1,6%	4,8%	100,0%	0,6%	2,5%	4,5%	0,8%	0,6%	0,5%	1,0%
9 Organic Chemistry	0,2%	0,2%		0,0%	0,1%	1,5%	4,2%	0,3%	100,0%	6,0%	37,3%	10,8%	0,7%	1,2%	15,9%
10 Polymers	2,8%	0,6%	0,0%	0,0%	0,5%	3,6%	0,5%	1,7%	8,0%	100,0%	2,5%	0,8%	2,5%	0,4%	6,7%
11 Pharmaceutics	0,0%	0,0%		0,0%		0,1%	4,5%	3,1%	50,3%	2,6%	100,0%	13,0%	0,6%	2,2%	4,0%
12 Biotechnology	0,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	19,2%	1,1%	30,8%	1,7%	27,6%	100,0%	0,2%	6,0%	4,4%
13 Materials	6,3%	0,5%	0,1%		4,3%	1,1%	0,8%	0,7%	1,6%	4,4%	1,0%	0,2%	100,0%	0,1%	3,6%
14 Food	0,8%			0,1%			0,4%	1,6%	7,6%	1,8%	10,7%	13,9%	0,4%	100,0%	6,8%
15 Basic materials chemistry	1,1%	0,6%	0,0%	0,0%	0,2%	2,8%	0,7%	1,0%	29,9%	9,4%	5,6%	2,9%	2,9%	1,9%	100,0%
16 Chemical engineering	1,3%	0,2%	0,0%	0,2%	0,4%	0,6%	5,9%	2,6%	9,6%	4,1%	1,7%	1,5%	7,1%	1,7%	7,1%
17 Surfaces	8,6%	1,0%	0,1%	0,0%	7,1%	2,8%	1,4%	1,2%	1,6%	9,3%	0,3%	0,1%	10,3%	0,2%	2,5%
18 Materials processing	1,9%	0,6%	0,0%	0,1%	0,3%	1,8%	1,2%	1,5%	1,1%	13,8%	0,4%	0,2%	3,1%	0,2%	4,1%
19 Thermal processes	5,5%	0,1%	0,1%	0,1%	0,6%	0,2%	4,3%	0,9%	0,1%	0,2%		0,1%	7,5%	0,5%	1,5%
20 Enviromental technology	0,7%	0,1%			0,1%	0,2%	1,0%	1,3%	2,1%	2,5%	0,5%	1,2%	8,6%	0,5%	5,3%
21 Machine tools	3,1%	0,2%	0,1%	0,2%	1,1%	1,3%	3,0%	0,9%	0,1%	0,7%	0,0%	0,0%	4,1%	0,1%	0,8%
22 Engines	3,2%	0,1%	0,3%	0,2%	0,1%	0,2%	3,6%	0,8%	0,0%	0,1%		0,0%	1,0%		0,4%
23 Mechanical elements	2,9%	0,4%	0,2%	0,2%	0,2%	0,4%	3,1%	1,3%	0,0%	0,3%		0,0%	0,8%	0,0%	0,3%
24 Handling	1,7%	0,9%	0,4%	1,2%	0,5%	2,0%	3,4%	1,1%	0,4%	1,1%	0,1%	0,1%	0,3%	0,7%	0,4%
25 Food processing	0,5%	0,1%	0,1%	0,2%	0,0%	0,1%	2,0%	1,1%	0,2%	0,8%	0,7%	2,2%	0,1%	7,0%	2,3%
26 Transport	2,4%	0,3%	0,5%	0,2%	0,1%	0,3%	3,2%	0,5%	0,0%	0,6%			0,3%	0,0%	0,1%
27 Nuclear engineering	8,1%	0,9%	0,6%	1,0%	1,6%	3,1%	5,9%	3,9%	0,1%	0,5%	0,2%	0,2%	4,1%		2,3%
28 Space technology	1,1%	0,1%	0,6%	0,3%	0,1%	1,6%	6,6%		0,6%	0,8%		0,1%	1,3%		0,4%
29 Consumer goods	1,8%	1,2%	0,2%	0,9%	0,2%	0,7%	3,0%	3,2%	0,1%	1,0%	0,2%		0,3%	0,5%	0,5%
30 Civil engineering	1,2%	0,4%	0,3%	0,1%	0,0%	0,2%	2,5%	0,2%	0,2%	0,9%		0,0%	1,8%	0,0%	0,7%

	16 Chemical engineering	17 Surfaces	18 Materials processing	19 Thermal processes	20 Enviromental technology	21 Machine tools	22 Engines	23 Mechanical elements	24 Handling	25 Food processing	26 Transport	27 Nuclear engineering	28 Space technology	29 Consumer goods	30 Civil engineering
1 Electrical Engineering	0,7%	3,3%	1,6%	1,3%	0,2%	1,4%	1,1%	1,8%	1,4%	0,1%	1,5%	0,9%	0,1%	1,2%	0,6%
2 Audiovisual technology	0,2%	0,7%	0,9%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,4%	1,5%	0,0%	0,3%	0,2%	0,0%	1,5%	0,4%
3 Telecommunications	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%		0,0%	0,2%	0,2%	0,5%	0,0%	0,5%	0,1%	0,1%	0,3%	0,3%
4 Information technology	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%		0,2%	0,1%	0,2%	1,9%	0,1%	0,2%	0,2%	0,0%	1,1%	0,1%
5 Semiconductors	0,5%	7,4%	0,6%	0,4%	0,0%	1,3%	0,1%	0,3%	1,2%	0,0%	0,1%	0,4%	0,0%	0,3%	0,0%
6 Optics	0,5%	1,6%	2,2%	0,1%	0,1%	0,9%	0,1%	0,4%	2,5%	0,0%	0,3%	0,5%	0,2%	0,7%	0,1%
7 Control Technology	2,7%	0,5%	0,9%	0,8%	0,2%	1,1%	1,1%	1,6%	2,4%	0,3%	1,7%	0,5%	0,5%	1,7%	1,1%
8 Medical technology	2,4%	0,8%	2,0%	0,7%	0,5%	0,7%	0,5%	1,4%	1,5%	0,4%	0,5%	0,7%		3,7%	0,1%
9 Organic Chemistry	4,6%	0,5%	0,8%	0,0%	0,4%	0,1%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
10 Polymers	2,6%	4,1%	12,9%	0,0%	0,6%	0,4%	0,0%	0,2%	1,1%	0,2%	0,4%	0,1%	0,1%	0,8%	0,5%
11 Pharmaceutics	1,1%	0,1%	0,3%		0,1%	0,0%			0,1%	0,2%		0,0%		0,2%	
12 Biotechnology	2,0%	0,1%	0,4%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	1,1%		0,0%	0,0%		0,1%
13 Materials	7,8%	7,7%	5,0%	3,5%	3,8%	3,7%	0,7%	0,9%	0,5%	0,0%	0,3%	0,8%	0,2%	0,4%	1,9%
14 Food	5,2%	0,4%	0,8%	0,7%	0,7%	0,3%		0,1%	3,3%	8,4%	0,1%			1,9%	0,0%
15 Basic materials chemistry	6,4%	1,5%	5,4%	0,6%	1,9%	0,6%	0,2%	0,3%	0,6%	0,8%	0,1%	0,4%	0,1%	0,5%	0,6%
16 Chemical engineering	100,0%	3,2%	4,8%	2,6%	11,3%	1,4%	1,1%	1,4%	2,8%	1,5%	0,4%	0,4%	0,2%	1,7%	1,5%
17 Surfaces	4,6%	100,0%	10,7%	0,5%	1,5%	2,6%	0,2%	1,7%	5,8%	0,2%	1,3%	0,6%	0,5%	4,0%	2,0%
18 Materials processing	3,2%	5,0%	100,0%	0,6%	0,5%	2,7%	0,1%	2,6%	5,8%	0,3%	1,3%	0,1%	0,2%	3,4%	1,5%
19 Thermal processes	6,1%	0,8%	2,0%	100,0%	5,3%	1,9%	4,5%	4,4%	1,3%	0,7%	2,3%	0,7%	0,3%	4,3%	2,1%
20 Enviromental technology	28,0%	2,6%	1,8%	5,6%	100,0%	0,4%	2,5%	2,2%	0,7%	0,9%	1,2%	0,9%	0,0%	1,1%	2,4%
21 Machine tools	1,7%	2,2%	4,9%	1,0%	0,2%	100,0%	0,9%	4,3%	4,1%	0,9%	0,7%	0,4%	0,2%	3,6%	2,0%
22 Engines	1,8%	0,3%	0,3%	3,1%	1,6%	1,1%	100,0%	8,5%	0,7%	0,3%	3,7%	0,1%	0,5%	0,5%	0,9%
23 Mechanical elements	1,3%	1,1%	3,5%	1,7%	0,8%	3,2%	4,9%	100,0%	3,3%	0,4%	10,1%	0,3%	0,3%	3,1%	6,0%
24 Handling	1,9%	2,6%	5,7%	0,4%	0,2%	2,2%	0,3%	2,4%	100,0%	1,1%	1,5%	0,2%	0,1%	3,7%	1,3%
25 Food processing	3,9%	0,4%	1,3%	0,8%	1,0%	1,8%	0,6%	1,3%	4,2%	100,0%	0,9%		0,1%	2,1%	2,1%
26 Transport	0,4%	0,8%	1,7%	0,9%	0,4%	0,5%	2,1%	9,8%	1,9%	0,3%	100,0%	0,0%	0,5%	2,4%	2,6%
27 Nuclear engineering	2,0%	2,0%	0,5%	1,7%	1,8%	1,7%	0,3%	1,6%	1,3%		0,2%	100,0%	0,2%	0,6%	0,6%
28 Space technology	1,4%	2,0%	1,4%	0,7%	0,1%	1,1%	1,8%	2,1%	1,3%	0,2%	3,1%	0,2%	100,0%	1,4%	1,4%
29 Consumer goods	1,4%	2,3%	4,1%	1,5%	0,4%	2,5%	0,3%	2,8%	4,6%	0,7%	2,3%	0,1%	0,2%	100,0%	2,9%
30 Civil engineering	1,6%	1,5%	2,4%	1,0%	1,0%	1,7%	0,6%	7,0%	2,1%	0,8%	3,2%	0,1%	0,3%	3,7%	100,0%

Table 4: Distance between fields of technology, world-wide, 1990-1993

	1 Electrical Engineering	2 Audiovisual technology	3 Telecommunications	4 Information technology	5 Semiconductors	6 Optics	7 Control Technology	8 Medical technology	9 Organic Chemistry	10 Polymers	11 Pharmaceutics	12 Biotechnology	13 Materials	14 Food	15 Basic materials chemistry
1 Electrical Engineering	100,0%	1,7%	2,3%	1,0%	3,1%	2,5%	4,3%	0,6%	0,3%	2,0%	0,0%	0,0%	2,7%	0,1%	0,9%
2 Audiovisual technology	3,0%	100,0%	9,9%	4,5%	0,9%	5,7%	2,8%	0,6%	0,3%	0,5%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,6%
3 Telecommunications	2,7%	6,6%	100,0%	6,2%	0,7%	3,3%	4,6%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		0,0%
4 Information technology	1,5%	4,0%	8,3%	100,0%	1,5%	1,6%	7,1%	0,9%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%		0,0%	0,1%
5 Semiconductors	8,4%	1,5%	1,6%	2,6%	100,0%	7,1%	2,6%	0,2%	0,2%	0,9%		0,0%	3,1%	0,0%	0,2%
6 Optics	3,5%	4,5%	3,9%	1,4%	3,6%	100,0%	3,1%	1,5%	2,8%	4,7%	0,1%	0,0%	1,4%		3,2%
7 Control Technology	3,7%	1,4%	3,4%	3,9%	0,8%	2,0%	100,0%	2,5%	5,6%	0,3%	4,1%	7,6%	0,4%	0,1%	0,5%
8 Medical technology	0,9%	0,5%	0,4%	0,9%	0,1%	1,6%	4,4%	100,0%	0,6%	2,6%	3,7%	1,0%	0,5%	0,4%	1,1%
9 Organic Chemistry	0,3%	0,2%	0,0%	0,0%	0,1%	1,8%	5,7%	0,4%	100,0%	5,8%	42,3%	14,8%	0,8%	1,0%	12,8%
10 Polymers	2,5%	0,4%	0,0%	0,0%	0,4%	4,2%	0,4%	2,2%	8,1%	100,0%	3,1%	0,8%	2,6%	0,6%	7,4%
11 Pharmaceutics	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		0,1%	5,0%	2,7%	51,0%	2,6%	100,0%	14,7%	0,5%	1,9%	4,1%
12 Biotechnology	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	20,5%	1,5%	39,1%	1,5%	32,0%	100,0%	0,2%	7,0%	6,4%
13 Materials	6,0%	0,4%	0,1%		2,5%	2,2%	0,9%	0,7%	2,1%	4,6%	1,0%	0,2%	100,0%	0,1%	5,1%
14 Food	0,4%	0,0%		0,0%	0,0%		0,8%	1,4%	6,2%	2,8%	10,1%	17,0%	0,3%	100,0%	7,5%
15 Basic materials chemistry	1,5%	0,6%	0,0%	0,1%	0,2%	4,0%	1,0%	1,2%	24,9%	10,1%	6,5%	4,7%	3,9%	2,3%	100,0%
16 Chemical engineering	1,4%	0,2%	0,1%	0,3%	0,4%	0,4%	6,1%	3,0%	8,8%	3,3%	1,2%	1,7%	6,2%	1,3%	6,7%
17 Surfaces	7,4%	1,3%	0,2%	0,0%	5,2%	3,2%	1,3%	1,8%	1,6%	9,4%	0,2%	0,1%	9,7%	0,3%	2,9%
18 Materials processing	1,8%	0,7%	0,1%	0,2%	0,3%	1,8%	1,5%	2,1%	1,1%	12,1%	0,4%	0,5%	3,0%	0,2%	3,5%
19 Thermal processes	5,5%	0,0%	0,3%	0,1%	0,6%	0,2%	4,1%	0,6%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	7,1%	0,3%	1,6%
20 Enviromental technology	1,1%		0,0%		0,1%	0,3%	1,4%	1,0%	1,8%	2,0%	0,3%	1,7%	8,3%	0,5%	5,1%
21 Machine tools	3,2%	0,2%	0,1%	0,2%	0,9%	1,1%	3,3%	1,1%	0,2%	0,7%	0,1%	0,0%	3,7%	0,2%	1,1%
22 Engines	3,4%	0,1%	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%	4,0%	1,1%	0,1%	0,1%	0,0%		1,3%	0,0%	0,5%
23 Mechanical elements	3,7%	0,4%	0,3%	0,2%	0,2%	0,3%	3,0%	1,5%	0,0%	0,7%		0,0%	0,9%	0,0%	0,3%
24 Handling	1,3%	0,9%	0,6%	1,0%	0,3%	2,6%	2,7%	1,5%	0,4%	1,6%	0,2%	0,1%	0,3%	0,5%	0,9%
25 Food processing	0,8%	0,2%		0,1%	0,1%	0,1%	3,2%	1,1%	1,7%	0,7%	2,2%	4,3%	0,4%	7,1%	2,3%
26 Transport	3,6%	0,4%	0,8%	0,3%	0,1%	0,5%	3,6%	0,4%	0,0%	1,1%	0,0%		0,3%	0,0%	0,1%
27 Nuclear engineering	8,4%	1,7%	0,7%	0,9%	1,5%	3,1%	7,8%	5,0%	0,3%	0,3%	0,3%	0,1%	5,2%	0,1%	3,9%
28 Space technology	1,5%	0,3%	1,6%	0,7%	0,3%	1,5%	8,0%		0,5%	0,8%			1,4%		0,6%
29 Consumer goods	1,6%	1,7%	0,5%	0,8%	0,1%	0,8%	3,2%	3,1%	0,1%	1,4%	0,2%	0,0%	0,5%	0,4%	0,3%
30 Civil engineering	1,5%	0,4%	0,5%	0,2%	0,2%	0,3%	2,7%	0,3%	0,1%	1,1%	0,1%	0,0%	1,6%	0,0%	0,9%

	16 Chemical engineering	17 Surfaces	18 Materials processing	19 Thermal processes	20 Enviromental technology	21 Machine tools	22 Engines	23 Mechanical elements	24 Handling	25 Food processing	26 Transport	27 Nuclear engineering	28 Space technology	29 Consumer goods	30 Civil engineering
1 Electrical Engineering	0,8%	2,8%	1,4%	1,3%	0,3%	1,5%	1,2%	2,3%	1,2%	0,2%	2,2%	0,7%	0,1%	1,1%	0,8%
2 Audiovisual technology	0,2%	0,9%	1,0%	0,0%		0,2%	0,0%	0,4%	1,4%	0,1%	0,4%	0,2%	0,0%	2,0%	0,4%
3 Telecommunications	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%	0,6%		0,5%	0,1%	0,2%	0,4%	0,3%
4 Information technology	0,3%	0,0%	0,2%	0,0%		0,2%	0,1%	0,2%	1,3%	0,0%	0,3%	0,1%	0,1%	0,9%	0,1%
5 Semiconductors	0,7%	5,3%	0,6%	0,4%	0,1%	1,1%	0,2%	0,3%	0,8%	0,0%	0,2%	0,4%	0,1%	0,3%	0,3%
6 Optics	0,4%	1,7%	2,0%	0,1%	0,1%	0,7%	0,1%	0,3%	3,2%	0,0%	0,5%	0,4%	0,2%	0,7%	0,2%
7 Control Technology	3,1%	0,4%	1,0%	0,8%	0,3%	1,3%	1,2%	1,6%	2,1%	0,5%	1,9%	0,6%	0,5%	1,9%	1,2%
8 Medical technology	2,7%	1,0%	2,5%	0,2%	0,4%	0,8%	0,6%	1,3%	2,0%	0,3%	0,3%	0,6%		3,1%	0,2%
9 Organic Chemistry	4,6%	0,5%	0,8%	0,0%	0,4%	0,1%	0,0%	0,0%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
10 Polymers	2,5%	4,4%	12,1%	0,0%	0,6%	0,4%	0,0%	0,5%	1,8%	0,2%	0,9%	0,0%	0,1%	1,1%	0,7%
11 Pharmaceutics	0,8%	0,1%	0,4%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%		0,1%	0,4%	0,0%	0,0%		0,1%	0,0%
12 Biotechnology	2,3%	0,1%	1,0%	0,1%	1,0%	0,0%		0,1%	0,1%	1,9%		0,0%		0,0%	0,1%
13 Materials	8,1%	8,1%	5,3%	3,8%	4,5%	3,6%	1,0%	1,2%	0,6%	0,2%	0,4%	1,0%	0,2%	0,8%	1,8%
14 Food	4,5%	0,6%	0,9%	0,4%	0,7%	0,5%	0,0%	0,1%	2,5%	7,7%	0,1%	0,0%		1,7%	0,1%
15 Basic materials chemistry	6,7%	1,9%	4,7%	0,7%	2,2%	0,8%	0,3%	0,4%	1,4%	0,7%	0,1%	0,6%	0,1%	0,4%	0,8%
16 Chemical engineering	100,0%	3,0%	5,0%	2,4%	11,4%	1,6%	1,3%	1,4%	4,0%	1,1%	0,4%	0,4%	0,2%	2,1%	1,7%
17 Surfaces	4,7%	100,0%	12,8%	0,6%	1,4%	3,4%	0,8%	2,2%	6,6%	0,4%	1,3%	0,6%	0,3%	4,3%	2,5%
18 Materials processing	3,7%	6,0%	100,0%	0,6%	0,8%	3,3%	0,3%	2,8%	6,0%	0,4%	1,6%	0,1%	0,1%	3,5%	1,7%
19 Thermal processes	5,9%	0,9%	1,9%	100,0%	5,3%	2,0%	4,0%	3,1%	1,3%	0,7%	2,0%	0,7%	0,4%	4,0%	2,1%
20 Enviromental technology	27,3%	2,1%	2,6%	5,2%	100,0%	0,4%	3,6%	1,7%	1,0%	0,7%	1,1%	0,6%	0,2%	1,3%	2,5%
21 Machine tools	2,1%	2,9%	5,8%	1,1%	0,2%	100,0%	1,0%	4,9%	4,5%	0,9%	1,1%	0,6%	0,1%	4,0%	2,1%
22 Engines	2,2%	0,9%	0,6%	2,9%	2,6%	1,3%	100,0%	9,2%	0,5%	0,2%	3,7%	0,1%	0,3%	0,7%	0,9%
23 Mechanical elements	1,4%	1,4%	3,6%	1,2%	0,7%	3,6%	5,2%	100,0%	3,5%	0,7%	10,6%	0,2%	0,3%	3,6%	6,2%
24 Handling	2,7%	2,8%	5,4%	0,4%	0,3%	2,3%	0,2%	2,4%	100,0%	0,9%	1,6%	0,2%	0,2%	3,8%	1,4%
25 Food processing	3,5%	0,7%	1,7%	0,9%	0,8%	2,2%	0,4%	2,4%	4,2%	100,0%	1,3%		0,1%	2,3%	2,2%
26 Transport	0,4%	0,8%	2,0%	0,8%	0,4%	0,8%	2,0%	10,4%	2,2%	0,4%	100,0%	0,0%	0,8%	2,3%	3,1%
27 Nuclear engineering	2,9%	2,8%	0,5%	1,9%	1,9%	3,3%	0,6%	1,5%	1,9%		0,1%	100,0%		0,3%	0,7%
28 Space technology	1,3%	1,6%	1,5%	1,1%	0,7%	0,7%	1,1%	2,6%	1,8%	0,1%	6,2%		100,0%	3,2%	1,1%
29 Consumer goods	1,9%	2,5%	4,2%	1,5%	0,5%	2,7%	0,4%	3,3%	5,1%	0,7%	2,1%	0,0%	0,4%	100,0%	3,0%
30 Civil engineering	1,9%	1,8%	2,6%	1,0%	1,2%	1,7%	0,6%	7,2%	2,4%	0,8%	3,7%	0,1%	0,2%	3,9%	100,0%

Table 5: Distance between fields of technology, USA, 1990-1993

	1 Electrical Engineering	2 Audiovisual technology	3 Telecommunications	4 Information technology	5 Semiconductors	6 Optics	7 Control Technology	8 Medical technology	9 Organic Chemistry	10 Polymers	11 Pharmaceutics	12 Biotechnology	13 Materials	14 Food	15 Basic materials chemistry
1 Electrical Engineering	100,0%	1,8%	2,8%	1,5%	4,9%	3,5%	4,7%	1,1%	0,2%	2,4%	0,1%	0,0%	2,9%	0,2%	1,1%
2 Audiovisual technology	3,4%	100,0%	9,5%	7,1%	1,1%	7,0%	3,3%	0,7%	0,1%	0,8%			0,5%		0,4%
3 Telecommunications	2,5%	4,7%	100,0%	8,5%	0,9%	4,1%	5,1%	0,6%				0,0%			0,0%
4 Information technology	1,3%	3,3%	8,0%	100,0%	1,3%	1,3%	5,8%	1,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%		0,0%	0,0%
5 Semiconductors	9,6%	1,2%	1,9%	3,0%	100,0%	5,5%	2,7%	0,2%	0,2%	0,9%		0,0%	2,5%		0,2%
6 Optics	3,7%	4,1%	4,8%	1,7%	3,0%	100,0%	3,9%	2,1%	2,3%	4,7%	0,1%	0,1%	1,9%		2,7%
7 Control Technology	3,1%	1,2%	3,8%	4,6%	0,9%	2,5%	100,0%	3,5%	9,4%	0,4%	7,3%	12,6%	0,3%	0,2%	0,9%
8 Medical technology	0,9%	0,3%	0,5%	0,9%	0,1%	1,6%	4,1%	100,0%	0,7%	2,8%	4,4%	1,2%	0,5%	0,3%	1,4%
9 Organic Chemistry	0,1%	0,0%		0,1%	0,1%	1,3%	8,2%	0,5%	100,0%	6,0%	46,4%	21,7%	0,9%	0,8%	9,5%
10 Polymers	2,1%	0,4%		0,1%	0,4%	3,8%	0,5%	3,0%	8,8%	100,0%	3,0%	0,8%	2,2%	0,6%	7,3%
11 Pharmaceutics	0,1%			0,0%		0,1%	6,9%	3,5%	50,1%	2,2%	100,0%	19,6%	0,4%	1,5%	4,6%
12 Biotechnology	0,1%		0,0%	0,2%	0,0%	0,1%	22,9%	1,8%	44,9%	1,2%	37,4%	100,0%	0,3%	4,8%	7,3%
13 Materials	6,0%	0,5%			2,6%	3,6%	1,1%	1,3%	3,2%	5,3%	1,3%	0,6%	100,0%	0,1%	4,9%
14 Food	0,7%			0,1%			1,2%	1,5%	5,9%	3,0%	10,1%	16,7%	0,2%	100,0%	8,0%
15 Basic materials chemistry	1,4%	0,3%	0,0%	0,1%	0,1%	3,3%	1,8%	2,3%	20,9%	11,0%	9,4%	7,8%	3,1%	2,5%	100,0%
16 Chemical engineering	2,1%	0,2%	0,2%	0,4%	0,6%	0,4%	8,9%	3,6%	10,8%	3,7%	1,3%	2,6%	6,6%	0,9%	8,8%
17 Surfaces	8,0%	1,2%	0,2%		6,1%	4,3%	1,7%	3,4%	1,4%	11,1%	0,2%	0,3%	8,6%	0,4%	3,9%
18 Materials processing	1,9%	0,5%	0,1%	0,3%	0,3%	2,5%	1,7%	4,3%	0,9%	16,2%	0,7%	0,6%	3,5%	0,2%	3,3%
19 Thermal processes	5,3%		0,8%	0,5%	0,7%	0,2%	5,7%	1,1%	0,2%	0,2%	0,1%	0,2%	5,3%	0,1%	2,7%
20 Enviromental technology	1,4%		0,2%		0,1%	0,2%	1,1%	1,2%	3,6%	3,6%	0,4%	1,1%	9,2%	0,9%	8,0%
21 Machine tools	5,9%	0,6%	0,3%	0,4%	1,6%	1,8%	2,8%	2,4%	0,3%	1,3%	0,1%		5,1%	0,1%	1,9%
22 Engines	3,2%	0,1%	0,3%	0,1%	0,2%	0,3%	4,1%	2,4%	0,3%	0,1%			0,8%		0,9%
23 Mechanical elements	3,3%	0,5%	0,3%	0,3%	0,2%	0,5%	4,2%	3,0%	0,0%	0,7%		0,1%	0,6%		0,3%
24 Handling	1,6%	1,3%	1,1%	1,2%	0,3%	4,5%	2,8%	2,7%	0,3%	2,0%	0,3%	0,1%	0,2%	0,7%	0,9%
25 Food processing	1,0%	0,2%		0,2%		0,2%	7,0%	1,9%	6,4%	1,4%	8,2%	14,9%	0,2%	12,2%	2,7%
26 Transport	3,8%	0,3%	0,6%	0,3%	0,2%	1,4%	3,7%	0,7%		3,3%			0,4%	0,1%	0,5%
27 Nuclear engineering	6,8%	1,4%	0,9%	1,2%	1,6%	3,9%	7,5%	4,1%	0,4%		0,5%		4,5%	0,2%	5,5%
28 Space technology	1,3%	0,3%	3,0%	1,5%	0,5%	2,3%	10,6%		1,0%	0,3%			1,8%		0,3%
29 Consumer goods	1,9%	2,5%	0,9%	1,2%	0,2%	1,2%	4,5%	6,5%	0,5%	2,1%	0,3%	0,0%	0,6%	0,8%	0,6%
30 Civil engineering	1,3%	0,4%	0,7%	0,3%	0,1%	0,5%	4,2%	0,3%	0,1%	2,3%	0,1%		3,1%	0,1%	2,2%

	16 Chemical engineering	17 Surfaces	18 Materials processing	19 Thermal processes	20 Enviromental technology	21 Machine tools	22 Engines	23 Mechanical elements	24 Handling	25 Food processing	26 Transport	27 Nuclear engineering	28 Space technology	29 Consumer goods	30 Civil engineering
1 Electrical Engineering	1,5%	4,1%	1,6%	1,0%	0,4%	2,1%	1,1%	1,7%	1,3%	0,1%	1,6%	0,8%	0,1%	1,1%	0,4%
2 Audiovisual technology	0,3%	1,2%	0,8%			0,4%	0,0%	0,5%	1,9%	0,0%	0,2%	0,3%	0,0%	2,6%	0,2%
3 Telecommunications	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,8%		0,2%	0,1%	0,2%	0,5%	0,2%
4 Information technology	0,2%		0,2%	0,1%		0,1%	0,0%	0,1%	0,9%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,6%	0,1%
5 Semiconductors	0,9%	6,2%	0,5%	0,3%	0,0%	1,1%	0,1%	0,2%	0,4%		0,1%	0,4%	0,1%	0,3%	0,1%
6 Optics	0,3%	2,4%	2,2%	0,0%	0,0%	0,7%	0,1%	0,3%	3,9%	0,0%	0,6%	0,5%	0,2%	0,7%	0,2%
7 Control Technology	4,4%	0,6%	1,0%	0,7%	0,2%	0,7%	0,9%	1,5%	1,5%	0,6%	1,0%	0,6%	0,6%	1,7%	1,0%
8 Medical technology	2,1%	1,4%	2,9%	0,2%	0,2%	0,7%	0,6%	1,2%	1,7%	0,2%	0,2%	0,4%		2,9%	0,1%
9 Organic Chemistry	4,7%	0,4%	0,5%	0,0%	0,6%	0,1%	0,1%	0,0%	0,2%	0,5%		0,0%	0,1%	0,2%	0,0%
10 Polymers	2,3%	5,0%	11,8%	0,0%	0,8%	0,4%	0,0%	0,3%	1,4%	0,2%	1,2%		0,0%	1,0%	0,7%
11 Pharmaceutics	0,6%	0,1%	0,4%	0,0%	0,1%	0,0%			0,1%	0,7%		0,0%		0,1%	0,0%
12 Biotechnology	2,3%	0,2%	0,7%	0,1%	0,4%			0,1%	0,1%	2,4%				0,0%	
13 Materials	9,9%	9,2%	6,1%	2,1%	5,0%	3,7%	0,6%	0,7%	0,4%	0,0%	0,3%	1,2%	0,3%	0,7%	2,1%
14 Food	2,7%	0,9%	0,8%	0,1%	1,0%	0,2%			2,5%	6,7%	0,1%	0,1%		1,8%	0,1%
15 Basic materials chemistry	8,3%	2,6%	3,6%	0,7%	2,7%	0,9%	0,4%	0,2%	1,0%	0,5%	0,3%	0,9%	0,0%	0,5%	1,0%
16 Chemical engineering	100,0%	3,8%	5,3%	2,2%	10,7%	1,3%	1,3%	1,6%	3,3%	0,6%	0,2%	0,4%	0,1%	1,9%	1,1%
17 Surfaces	5,4%	100,0%	15,3%	0,6%	1,9%	3,7%	1,0%	1,7%	6,3%	0,3%	1,2%	0,6%	0,4%	4,9%	2,4%
18 Materials processing	4,6%	9,5%	100,0%	0,6%	0,7%	3,0%	0,3%	2,4%	5,4%	0,5%	1,5%	0,1%	0,2%	4,0%	1,6%
19 Thermal processes	8,2%	1,7%	2,4%	100,0%	8,8%	2,3%	6,8%	3,9%	1,6%	0,9%	1,6%	0,9%	0,2%	4,0%	0,8%
20 Enviromental technology	29,6%	3,7%	2,4%	6,5%	100,0%	0,1%	3,0%	1,2%	0,7%	0,3%	0,8%	0,6%	0,1%	1,8%	2,8%
21 Machine tools	2,6%	5,3%	7,1%	1,3%	0,1%	100,0%	1,7%	4,6%	4,4%	0,6%	1,5%	1,1%	0,1%	4,3%	2,2%
22 Engines	2,9%	1,6%	0,8%	3,9%	2,3%	1,8%	100,0%	8,8%	0,1%	0,1%	3,4%	0,1%	0,1%	1,1%	0,7%
23 Mechanical elements	2,2%	1,7%	3,9%	1,5%	0,6%	3,2%	5,7%	100,0%	3,9%	0,6%	9,9%	0,6%	0,5%	3,0%	4,0%
24 Handling	2,9%	4,0%	5,5%	0,4%	0,2%	1,9%	0,1%	2,5%	100,0%	0,5%	1,2%	0,1%	0,3%	4,4%	1,0%
25 Food processing	3,3%	1,4%	3,1%	1,4%	0,5%	1,5%	0,3%	2,6%	3,3%	100,0%	1,7%			2,9%	1,4%
26 Transport	0,4%	1,5%	2,9%	0,7%	0,5%	1,3%	2,7%	12,3%	2,3%	0,5%	100,0%		1,4%	2,7%	2,6%
27 Nuclear engineering	2,3%	2,7%	0,9%	1,4%	1,2%	3,0%	0,2%	2,5%	0,5%			100,0%		0,4%	
28 Space technology	0,8%	2,5%	2,3%	0,5%	0,3%	0,5%	0,5%	3,0%	2,8%		6,8%		100,0%	2,8%	2,0%
29 Consumer goods	2,5%	4,5%	6,0%	1,4%	0,8%	2,7%	0,6%	2,7%	6,3%	0,7%	2,0%	0,1%	0,4%	100,0%	2,0%
30 Civil engineering	2,3%	3,8%	3,9%	0,5%	2,2%	2,3%	0,7%	6,2%	2,5%	0,5%	3,2%		0,5%	3,3%	100,0%

Table 6: Distance between fields of technology, Japan, 1990-1993

	1 Electrical Engineering	2 Audiovisual technology	3 Telecommunications	4 Information technology	5 Semiconductors	6 Optics	7 Control Technology	8 Medical technology	9 Organic Chemistry	10 Polymers	11 Pharmaceutics	12 Biotechnology	13 Materials	14 Food	15 Basic materials chemistry	16 Chemical engineering	17 Surfaces	18 Materials processing	19 Thermal processes	20 Enviromental technology	21 Machine tools	22 Engines	23 Mechanical elements	24 Handling	25 Food processing	26 Transport	27 Nuclear engineering	28 Space technology	29 Consumer goods	30 Civil engineering
1 Electrical Engineering	100,0%	3,0%	1,9%	1,2%	4,9%	3,3%	4,3%	0,2%	0,6%	2,6%		0,0%	5,3%	0,0%	1,5%	0,6%	3,2%	1,3%	0,9%	0,2%	1,0%	0,8%	1,0%	1,2%	0,1%	1,9%	0,7%		0,3%	0,3%
2 Audiovisual technology	2,5%	100,0%	8,0%	3,7%	1,0%	5,8%	2,2%	0,3%	0,4%	0,6%			0,3%		0,5%	0,1%	1,0%	1,1%			0,1%	0,0%	0,1%	0,6%		0,3%	0,1%	0,0%	0,7%	0,1%
3 Telecommunications	1,9%	9,5%	100,0%	6,1%	1,2%	4,2%	2,8%	0,0%		0,1%	0,0%		0,1%				0,1%	0,1%				0,1%	0,1%	0,7%		0,4%	0,1%	0,0%	0,3%	0,1%
4 Information technology	1,5%	5,5%	7,6%	100,0%	2,0%	2,6%	5,2%	0,8%	0,1%	0,1%	0,0%				0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%		0,2%	0,0%	0,1%	1,8%		0,3%	0,2%	0,0%	0,6%	0,1%
5 Semiconductors	7,0%	1,7%	1,7%	2,4%	100,0%	8,1%	2,5%	0,1%	0,1%	1,1%			3,4%	0,0%	0,3%	0,7%	5,7%	0,6%	0,4%	0,1%	1,1%	0,2%	0,3%	1,1%	0,1%	0,1%	0,2%		0,1%	0,1%
6 Optics	2,5%	5,3%	3,1%	1,6%	4,3%	100,0%	1,9%	0,5%	2,0%	4,1%	0,1%	0,0%	0,9%		3,1%	0,2%	1,0%	1,4%		0,1%	0,5%	0,0%	0,1%	2,3%		0,2%	0,2%		0,3%	0,0%
7 Control Technology	4,8%	2,9%	3,1%	4,7%	2,0%	2,8%	100,0%	2,0%	3,0%	0,4%	1,6%	5,4%	0,5%	0,1%	0,5%	1,9%	0,4%	0,8%	0,4%	0,2%	2,1%	1,0%	0,7%	2,5%	0,1%	2,0%	0,5%	0,2%	1,7%	0,8%
8 Medical technology	1,0%	1,3%	0,1%	2,6%	0,4%	2,9%	7,3%	100,0%	0,4%	5,1%	4,5%	0,4%	0,5%	0,4%	1,1%	5,4%	1,1%	3,3%	0,3%	0,8%	0,7%	0,6%	0,5%	2,5%	0,3%	0,2%	1,2%		3,2%	0,1%
9 Organic Chemistry	0,7%	0,5%		0,1%	0,1%	2,9%	3,0%	0,1%	100,0%	5,1%	40,4%	10,8%	0,3%	1,0%	13,9%	5,2%	0,4%	0,4%	0,0%	0,1%	0,1%			0,8%	0,1%					
10 Polymers	2,9%	0,8%	0,1%	0,1%	0,9%	6,1%	0,4%	1,4%	5,2%	100,0%	2,2%	0,8%	1,8%	0,5%	5,3%	1,9%	5,0%	11,2%	0,1%	0,4%	0,2%	0,1%	0,8%	3,4%	0,1%	1,0%	0,0%		1,2%	0,1%
11 Pharmaceutics			0,0%	0,0%		0,1%	2,3%	1,8%	57,8%	3,1%	100,0%	10,2%	0,4%	2,7%	2,9%	0,5%	0,1%	0,2%		0,0%	0,0%			0,1%	0,1%				0,1%	
12 Biotechnology	0,1%					0,1%	16,5%	0,4%	33,2%	2,4%	21,9%	100,0%	0,2%	5,4%	3,3%	1,4%		0,6%	0,1%	0,7%					0,8%					
13 Materials	11,5%	0,9%	0,1%		5,3%	2,6%	1,0%	0,3%	0,5%	3,6%	0,5%	0,1%	100,0%	0,2%	2,7%	3,9%	9,4%	5,1%	2,0%	2,2%	4,0%	1,3%	1,1%	1,0%		0,3%	0,6%	0,1%	0,5%	0,5%
14 Food	0,3%				0,3%		0,5%	1,1%	9,6%	4,5%	17,6%	16,0%	0,8%	100,0%	5,9%	2,9%		1,9%	0,3%	0,5%	0,5%			1,6%	4,8%				1,9%	
15 Basic materials chemistry	3,5%	1,4%		0,1%	0,4%	9,6%	1,1%	0,6%	29,5%	11,0%	4,3%	2,3%	2,9%	1,4%	100,0%	4,1%	1,4%	3,9%	1,4%	1,0%	0,4%	0,2%	0,6%	2,2%	0,4%	0,2%	0,2%	0,1%	0,6%	0,1%
16 Chemical engineering	2,0%	0,2%		0,2%	1,5%	1,0%	5,4%	4,2%	14,5%	5,1%	0,9%	1,3%	5,5%	0,9%	5,4%	100,0%	3,0%	3,9%	1,3%	17,2%	1,4%	1,1%	0,4%	3,0%	0,4%	0,2%	0,7%	0,1%	1,3%	1,1%
17 Surfaces	7,9%	3,0%	0,2%	0,1%	9,8%	3,2%	1,0%	0,6%	1,0%	10,9%	0,1%		10,6%		1,5%	2,4%	100,0%	11,9%	0,4%	0,5%	2,9%	0,3%	2,6%	5,2%	0,1%	0,9%	0,6%	0,1%	2,0%	0,5%
18 Materials processing	2,1%	2,1%	0,1%	0,2%	0,7%	2,8%	1,1%	1,3%	0,5%	15,6%	0,2%	0,3%	3,7%	0,3%	2,6%	2,0%	7,6%	100,0%	0,2%	0,5%	2,5%	0,2%	2,1%	5,2%	0,4%	2,4%	0,0%	0,1%	3,2%	0,6%
19 Thermal processes	7,7%			0,2%	2,1%		3,2%	0,6%	0,2%	0,6%		0,2%	7,5%	0,2%	4,7%	3,4%	1,3%	1,3%	100,0%	5,6%	2,1%	3,0%	1,1%	0,6%	0,2%	2,8%	1,3%	0,2%	3,2%	0,9%
20 Enviromental technology	1,4%				0,5%	0,5%	1,2%	1,4%	0,3%	2,2%	0,2%	1,4%	6,6%	0,3%	2,8%	36,4%	1,4%	2,1%	4,5%	100,0%	1,0%	5,3%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	0,5%		0,9%	0,5%
21 Machine tools	3,1%	0,2%		0,4%	2,2%	2,0%	5,6%	0,5%	0,2%	0,5%	0,1%		5,4%	0,2%	0,5%	1,3%	3,5%	4,7%	0,8%	0,5%	100,0%	0,5%	3,8%	3,6%	0,9%	0,8%	0,4%		2,6%	0,5%
22 Engines	3,2%	0,1%	0,2%	0,1%	0,5%	0,2%	3,6%	0,6%		0,2%			2,3%		0,3%	1,4%	0,5%	0,6%	1,4%	3,1%	0,6%	100,0%	7,3%	0,5%	0,1%	2,5%	0,1%	0,1%	0,3%	0,6%
23 Mechanical elements	3,0%	0,3%	0,3%	0,2%	0,7%	0,6%	2,0%	0,4%		2,1%			1,6%		0,7%	0,4%	3,3%	4,2%	0,4%	0,5%	4,0%	5,9%	100,0%	2,6%	0,5%	9,2%		0,1%	1,6%	5,3%
24 Handling	1,6%	0,9%	1,0%	2,0%	1,0%	4,0%	3,0%	0,8%	1,0%	4,0%	0,1%		0,6%	0,2%	1,3%	1,3%	2,8%	4,4%	0,1%	0,2%	1,6%	0,2%	1,1%	100,0%	0,2%	0,8%	0,0%	0,0%	2,2%	0,4%
25 Food processing	2,4%				0,9%		2,4%	1,4%	1,9%	1,4%	0,9%	4,3%		8,5%	2,8%	2,4%	0,5%	4,7%	0,5%	2,8%	5,2%	0,5%	2,8%	3,3%	100,0%	0,5%			3,3%	1,9%
26 Transport	4,8%	0,9%	1,0%	0,6%	0,1%	0,7%	4,3%	0,1%		2,3%			0,3%		0,2%	0,2%	0,9%	3,7%	0,8%	0,4%	0,6%	1,6%	7,3%	1,6%	0,1%	100,0%	0,1%	0,7%	1,9%	1,8%
27 Nuclear engineering	13,3%	1,6%	1,1%	3,2%	3,2%	4,8%	8,5%	5,9%		0,5%			5,3%		1,6%	4,3%	4,8%	0,5%	3,2%	1,6%	2,7%	0,5%		0,5%		0,5%	100,0%			
28 Space technology		2,6%	2,6%	2,6%			15,4%						2,6%		2,6%	2,6%	2,6%	5,1%	2,6%			2,6%	2,6%	2,6%		28,2%		100,0%	12,8%	
29 Consumer goods	1,1%	2,8%	0,9%	1,6%	0,3%	1,4%	4,8%	2,6%		3,6%	0,2%		0,8%	0,6%	0,8%	1,4%	2,6%	6,5%	1,3%	0,4%	2,8%	0,3%	1,7%	5,4%	0,6%	2,5%		0,4%	100,0%	2,0%
30 Civil engineering	2,0%	1,0%	0,4%	0,4%	0,6%	0,4%	5,2%	0,2%		0,4%			1,6%		0,4%	2,6%	1,6%	3,0%	0,8%	0,6%	1,4%	1,2%	12,9%	2,2%	0,8%	5,6%			4,6%	100,0%

Table 7: Distance between fields of technology, Germany, 1990-1993

	1 Electrical Engineering	2 Audiovisual technology	3 Telecommunications	4 Information technology	5 Semiconductors	6 Optics	7 Control Technology	8 Medical technology	9 Organic Chemistry	10 Polymers	11 Pharmaceutics	12 Biotechnology	13 Materials	14 Food	15 Basic materials chemistry
1 Electrical Engineering	100,0%	1,2%	2,2%	0,6%	1,7%	1,4%	3,6%	0,5%	0,1%	1,8%		0,0%	1,6%	0,1%	0,7%
2 Audiovisual technology	4,8%	100,0%	12,7%	2,8%	0,4%	3,3%	3,2%	1,3%	0,8%	0,5%	0,1%		0,3%		1,4%
3 Telecommunications	4,3%	6,3%	100,0%	3,8%	0,1%	1,7%	5,2%	0,2%	0,0%			0,0%	0,1%		0,0%
4 Information technology	2,8%	3,1%	8,5%	100,0%	0,8%	1,2%	10,8%	0,9%							0,1%
5 Semiconductors	11,2%	0,7%	0,5%	1,2%	100,0%	5,2%	2,9%	0,3%	0,8%	0,7%			5,0%		0,3%
6 Optics	4,1%	2,5%	2,6%	0,8%	2,3%	100,0%	4,3%	2,0%	6,3%	7,2%	0,2%	0,1%	1,8%		6,2%
7 Control Technology	3,6%	0,8%	2,7%	2,5%	0,4%	1,5%	100,0%	1,4%	2,9%	0,3%	1,8%	3,5%	0,4%	0,0%	0,5%
8 Medical technology	1,2%	0,8%	0,2%	0,5%	0,1%	1,5%	3,3%	100,0%	0,2%	2,3%	2,5%	0,7%	0,8%	0,5%	0,7%
9 Organic Chemistry	0,1%	0,2%	0,0%		0,1%	2,3%	3,0%	0,1%	100,0%	7,2%	27,2%	6,8%	1,1%	0,5%	21,2%
10 Polymers	2,2%	0,2%			0,1%	3,0%	0,3%	1,2%	8,4%	100,0%	2,9%	0,4%	3,5%	0,2%	8,0%
11 Pharmaceutics		0,0%				0,1%	3,4%	2,1%	48,7%	4,4%	100,0%	9,2%	1,0%	1,3%	5,1%
12 Biotechnology	0,1%		0,1%			0,1%	18,4%	1,6%	33,5%	1,6%	25,4%	100,0%		8,2%	4,8%
13 Materials	3,9%	0,2%	0,1%		1,8%	1,4%	0,9%	0,8%	2,5%	6,7%	1,3%		100,0%		6,8%
14 Food	1,1%						0,3%	2,2%	5,2%	2,2%	7,7%	17,0%		100,0%	4,4%
15 Basic materials chemistry	1,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,1%	3,2%	0,8%	0,5%	31,0%	10,0%	4,1%	1,4%	4,4%	0,6%	100,0%
16 Chemical engineering	0,9%	0,0%	0,0%	0,2%	0,1%	0,1%	4,5%	2,5%	5,6%	3,5%	0,9%	0,7%	5,6%	1,3%	5,1%
17 Surfaces	7,2%	0,7%	0,2%	0,1%	2,4%	2,0%	0,8%	0,7%	2,7%	9,1%	0,2%		8,2%	0,1%	2,1%
18 Materials processing	1,6%	0,3%	0,1%	0,1%	0,2%	1,1%	1,4%	0,8%	1,7%	12,8%	0,2%	0,2%	2,4%		4,9%
19 Thermal processes	5,7%		0,3%	0,1%	0,3%	0,3%	3,7%	0,3%	0,1%		0,1%	0,1%	7,1%	0,3%	1,2%
20 Enviromental technology	1,3%					0,3%	1,9%	0,4%	0,9%	1,6%	0,3%	1,3%	6,4%	0,3%	4,4%
21 Machine tools	2,5%		0,1%	0,1%	0,5%	0,5%	3,1%	0,9%	0,2%	0,7%			2,7%	0,1%	1,1%
22 Engines	4,3%	0,1%	0,3%	0,3%	0,2%	0,1%	5,1%	0,6%			0,1%		1,4%		0,3%
23 Mechanical elements	4,5%	0,2%	0,2%	0,0%	0,1%	0,1%	2,5%	1,1%	0,0%	0,5%			0,9%		0,2%
24 Handling	1,2%	0,7%	0,2%	0,5%	0,1%	0,8%	2,0%	1,0%	0,2%	1,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,3%	0,9%
25 Food processing	0,1%	0,1%			0,1%	0,1%	1,9%	0,3%	0,4%	0,8%	0,4%	1,5%	0,8%	3,6%	2,2%
26 Transport	3,5%	0,4%	0,8%	0,2%		0,2%	3,1%	0,1%		0,4%			0,3%		
27 Nuclear engineering	8,2%	1,4%	0,5%		1,8%	3,2%	9,6%	5,5%			0,5%		7,3%		2,3%
28 Space technology	1,3%		1,0%			1,7%	5,4%		0,3%	1,0%			1,3%		0,7%
29 Consumer goods	2,0%	1,3%	0,1%	0,4%	0,1%	0,5%	2,4%	2,2%	0,0%	1,1%	0,1%		0,7%	0,2%	0,2%
30 Civil engineering	2,2%	0,3%	0,6%	0,0%	0,3%	0,2%	2,5%	0,2%	0,1%	0,9%	0,0%		1,7%		0,6%

	16 Chemical engineering	17 Surfaces	18 Materials processing	19 Thermal processes	20 Enviromental technology	21 Machine tools	22 Engines	23 Mechanical elements	24 Handling	25 Food processing	26 Transport	27 Nuclear engineering	28 Space technology	29 Consumer goods	30 Civil engineering
1 Electrical Engineering	0,6%	2,3%	1,3%	1,7%	0,4%	1,4%	1,7%	3,5%	1,2%	0,0%	3,0%	0,5%	0,1%	1,4%	1,5%
2 Audiovisual technology	0,1%	0,9%	1,1%				0,1%	0,6%	2,7%	0,1%	1,2%	0,3%		3,6%	0,8%
3 Telecommunications	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%		0,1%	0,2%	0,3%	0,4%		1,3%	0,0%	0,1%	0,1%	0,8%
4 Information technology	0,4%	0,1%	0,3%	0,1%		0,3%	0,4%	0,1%	2,1%		0,9%			1,3%	0,1%
5 Semiconductors	0,3%	5,2%	1,0%	0,7%		1,7%	0,5%	0,5%	0,8%	0,2%		0,7%		0,3%	1,2%
6 Optics	0,2%	2,0%	2,6%	0,2%	0,2%	0,8%	0,1%	0,2%	2,3%	0,1%	0,5%	0,5%	0,4%	1,1%	0,4%
7 Control Technology	2,8%	0,3%	1,2%	1,1%	0,6%	1,7%	2,1%	2,0%	1,9%	0,4%	2,7%	0,5%	0,4%	1,7%	1,8%
8 Medical technology	3,6%	0,5%	1,6%	0,2%	0,3%	1,1%	0,5%	2,1%	2,3%	0,1%	0,2%	0,7%		3,5%	0,4%
9 Organic Chemistry	3,7%	0,9%	1,5%	0,0%	0,3%	0,1%		0,0%	0,2%	0,1%			0,0%	0,0%	0,1%
10 Polymers	2,7%	3,7%	13,3%		0,6%	0,5%		0,5%	1,3%	0,2%	0,5%		0,1%	0,9%	0,7%
11 Pharmaceutics	1,0%	0,1%	0,4%	0,0%	0,1%		0,0%		0,1%	0,1%		0,0%		0,1%	0,0%
12 Biotechnology	2,3%		1,1%	0,1%	2,0%				0,1%	1,5%					
13 Materials	8,3%	6,4%	4,8%	5,1%	4,6%	3,6%	1,4%	1,7%	0,3%	0,4%	0,5%	1,0%	0,2%	1,1%	2,9%
14 Food	8,5%	0,3%		1,1%	0,8%	0,8%			3,0%	7,4%				1,4%	
15 Basic materials chemistry	4,9%	1,1%	6,4%	0,5%	2,0%	1,0%	0,2%	0,2%	1,3%	0,6%		0,2%	0,1%	0,2%	0,6%
16 Chemical engineering	100,0%	2,3%	5,7%	2,2%	11,7%	1,9%	1,5%	1,1%	4,1%	0,9%	0,5%	0,1%	0,1%	2,2%	2,1%
17 Surfaces	4,3%	100,0%	12,1%	0,3%	1,4%	2,3%	0,8%	2,1%	7,8%	0,5%	1,9%	0,5%	0,3%	5,6%	3,5%
18 Materials processing	4,2%	4,7%	100,0%	0,6%	0,7%	3,4%	0,2%	2,3%	5,6%	0,1%	1,7%		0,1%	2,9%	1,9%
19 Thermal processes	4,5%	0,3%	1,6%	100,0%	3,5%	1,2%	3,6%	3,3%	1,1%	0,3%	2,0%	0,3%	0,6%	2,8%	3,0%
20 Enviromental technology	24,1%	1,5%	1,8%	3,4%	100,0%	0,4%	3,7%	2,4%	0,9%	0,3%	1,5%	0,6%	0,6%	0,8%	3,7%
21 Machine tools	2,1%	1,4%	5,1%	0,6%	0,2%	100,0%	0,9%	5,8%	4,1%	0,7%	0,9%	0,3%	0,1%	5,0%	1,9%
22 Engines	2,3%	0,7%	0,4%	2,7%	2,8%	1,2%	100,0%	9,9%	0,8%	0,4%	4,9%	0,1%	0,2%	0,9%	0,6%
23 Mechanical elements	0,8%	0,9%	2,5%	1,2%	0,9%	4,1%	5,1%	100,0%	3,3%	0,6%	11,2%	0,1%	0,1%	4,5%	7,4%
24 Handling	2,7%	2,7%	4,9%	0,3%	0,3%	2,4%	0,3%	2,7%	100,0%	0,7%	1,9%	0,2%	0,1%	3,5%	2,1%
25 Food processing	2,8%	0,8%	0,4%	0,4%	0,5%	2,0%	0,8%	2,4%	3,5%	100,0%	1,9%			1,9%	2,8%
26 Transport	0,4%	0,7%	1,6%	0,7%	0,5%	0,6%	2,3%	10,2%	2,1%	0,4%	100,0%		0,7%	2,2%	2,9%
27 Nuclear engineering	1,4%	2,7%		1,4%	3,2%	2,7%	0,5%	1,8%	3,7%			100,0%			1,4%
28 Space technology	1,0%	1,3%	1,3%	2,4%	2,4%	0,7%	1,0%	1,3%	1,3%		7,7%		100,0%	2,4%	1,0%
29 Consumer goods	2,0%	2,7%	3,6%	1,2%	0,3%	4,0%	0,5%	5,1%	4,7%	0,5%	2,7%		0,3%	100,0%	3,4%
30 Civil engineering	1,8%	1,7%	2,3%	1,3%	1,6%	1,5%	0,3%	8,3%	2,9%	0,8%	3,6%	0,1%	0,1%	3,4%	100,0%

Figure 1: Distance between fields of technology, world-wide, 1990-1993

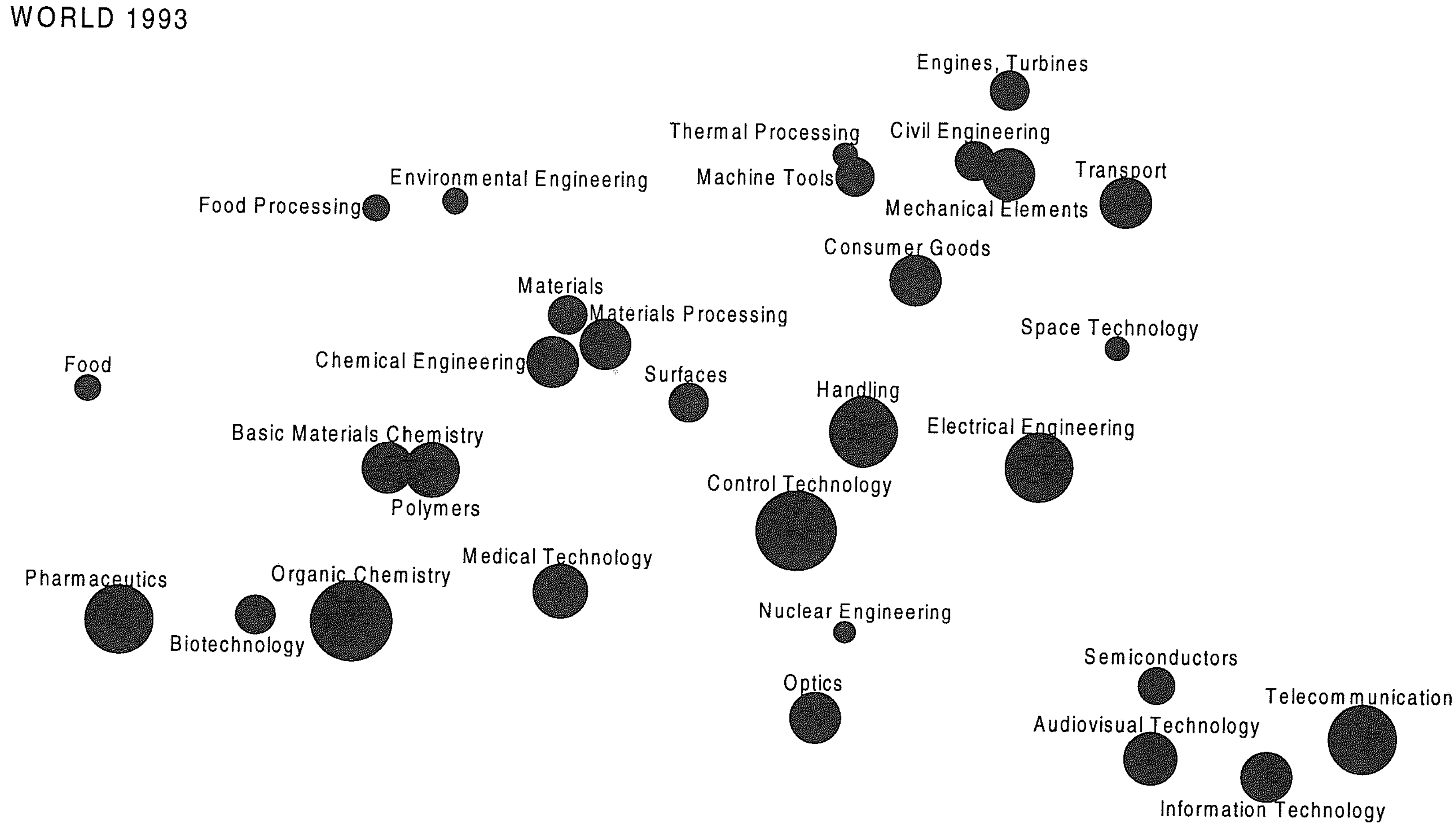


Figure 2: Distance between fields of technology, USA, 1990-1993

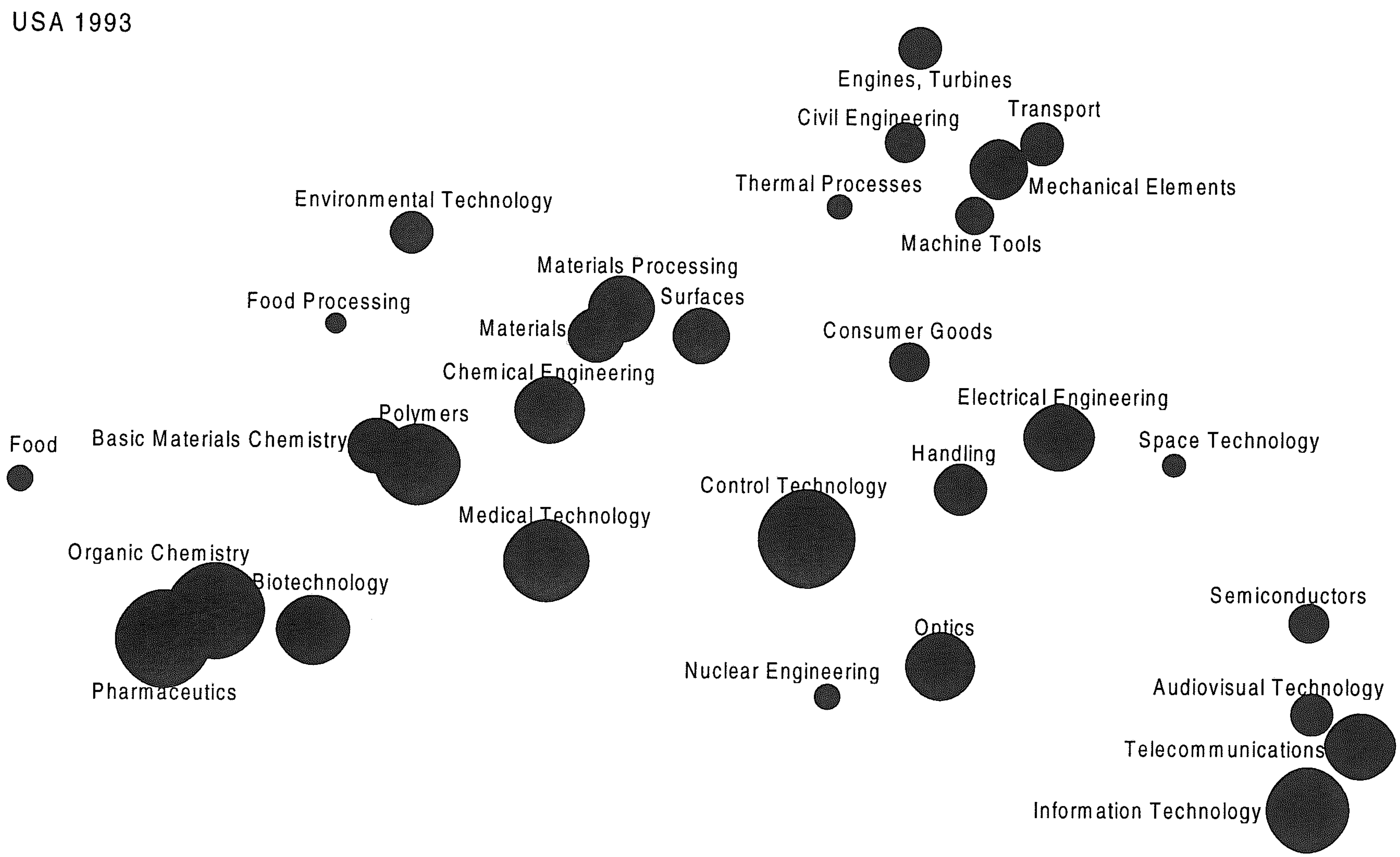


Figure 3: Distance between fields of technology, Japan, 1990-1993

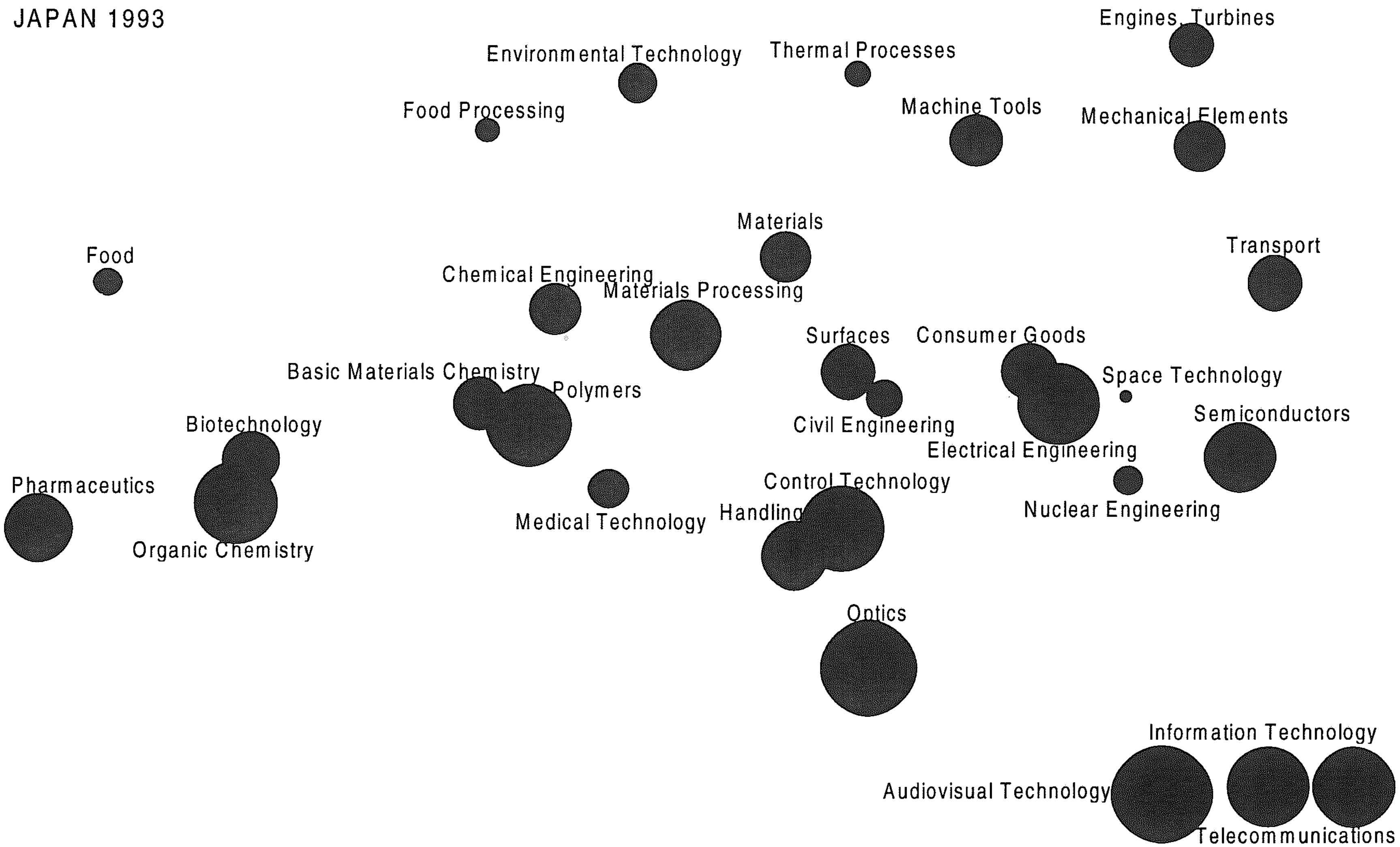
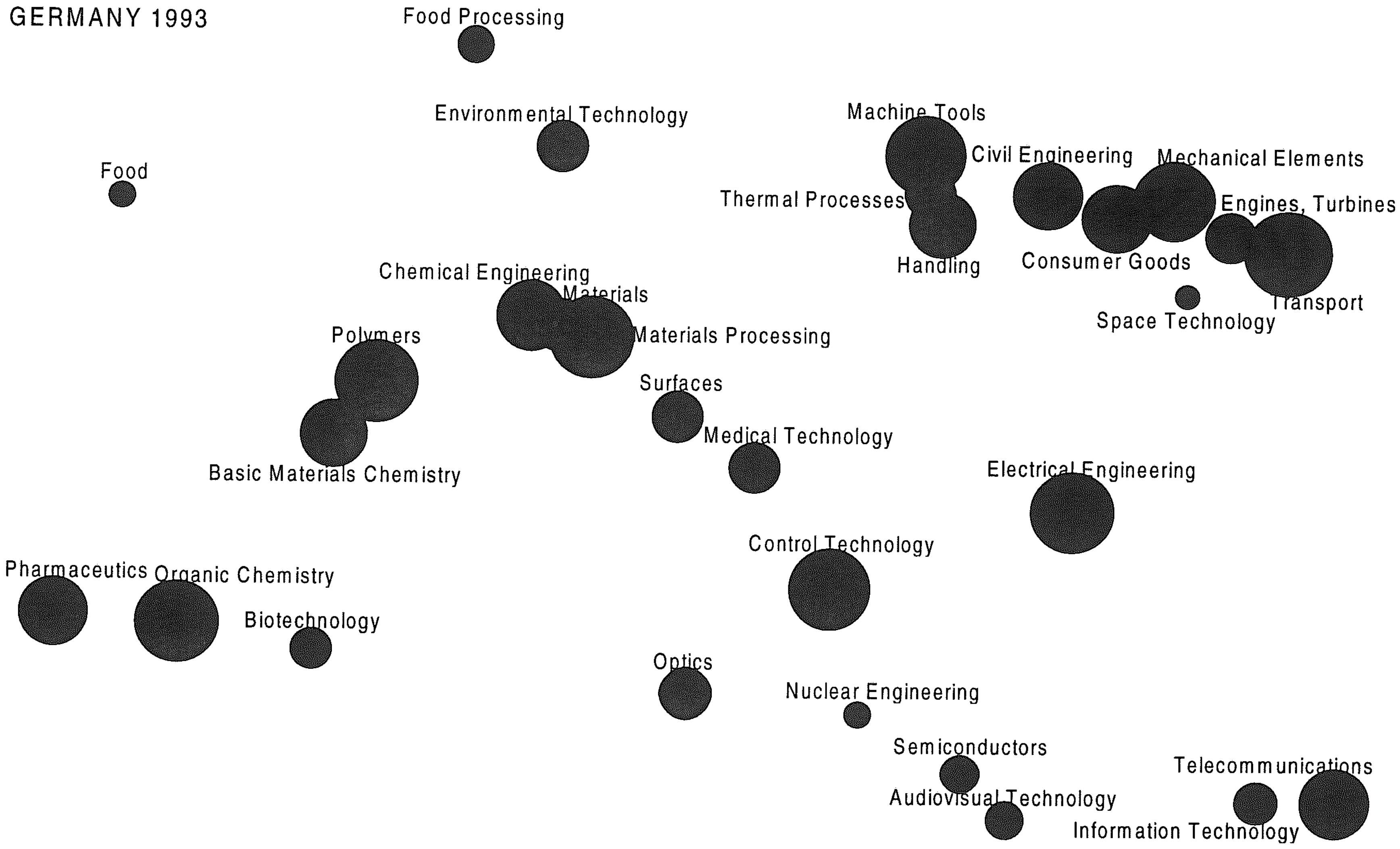


Figure 4: Distance between fields of technology, Germany, 1990-1993



References:

Grupp, H.; Reiss, T.; Schmoch, U.: Knowledge Interface of Technology and of Science - Developing Tools for Strategic R&D Management. Karlsruhe, 1990

Grupp H., Schmoch, U.: Wissenschaftsbindung der Technik. Panorama der internationalen Entwicklung und sektorales Tableau für Westdeutschland. Berlin Heidelberg, 1992

Grupp, H., Schmoch, U.: Perceptions of Scientification of Innovation as Measured by Referencing between Patents and Papers: Dynamics in Science-Based Fields of Technology. in: Grupp, H.: Dynamics of Science-Based Innovations, Berlin, Heidelberg, New York, 1992a

Grupp, H.; Münt, G.; Schmoch, U.: Wissensintensive Wirtschaft und ressourcenschonende Technik. Teil D: Abgrenzung der Technik- und Wissenschaftsgebiete. Karlsruhe, 1995

Schmoch, U.; Grupp, H.; Mannsbart, W.; Schwitalla, B.: Technikprognosen mit Patentindikatoren. Köln, 1988

Verspagen, B.: Measuring Inter-Sectoral Technology Spillovers: Estimates from the European and United States Patent Office Database. Paper presented at the OECD Conference on new S&T Indicators for the Knowledge-Based Economy, 1995