

## IVM: Conjoint Analysis (CA)

### Einleitung:

Die Methode **QFD** und **Conjoint Analysis (CA)** stehen in direktem Wettbewerb zu einander, beide wollen eine Kundenaussagen über verschiedene Merkmale eines Produktes ermitteln und gewichten.

Die Methoden haben aber eine unterschiedliche Vorgehensweise:

- QFD ermittelt die Gewichtung der Kundenbedürfnisse in einem sehr frühen Stadium des Entwicklungsprozesses (HoQ\_1). Der Kunde muss sich die Ausprägungen der Q-Merkmale **fiktiv** vorstellen können.
- CA ermittelt die Gewichtung durch direktes **Vorzeigen** der verschiedenen Ausprägungen „Stimuli's“ (bei QFD sind dies die Q-Merkmale), d.h., der Kunde kann sich die unterschiedlichen Ausprägungen besser erkennen.

Der Vorteil bei QFD: In diesem Entwicklungsstadium ist das Ergebnis noch lösungsneutral.

Nachteil bei QFD: Der Kunden muss sich die Ausprägungen real vorstellen können.

Vorteil bei CA: Die Ausprägungen (Stimuli's) sind an unterschiedlichen Produkt-Merkmalen sichtbar. („You see, what you get“)

Nachteil bei CA: Die dem Kunden vorgelegten Stimuli's sind schon Lösungen, CA wird also relativ spät im Entwicklungsprozess eingesetzt.

Deshalb ist es sehr interessant, einen direkten Vergleich von QFD und CA zu machen und die Ergebnisse zu untersuchen. Hier mit identischen Personen und einem identischen Produkt (Laserpointer).

Das Ergebnis finden Sie in der allgemeinen Methoden-Vergleichsübersicht.

*Es konnte bisher noch kein derartiger Vergleich in der Literatur gefunden werden. (Was nicht heißen soll, dass es ihn nicht gibt.)*

### Auswertung

Dr. Jahn, Leipzig (email: Dr.Walter.Jahn@t-online.de) war dankenswerterweise bereit, den Ablauf einer C.A. zu begleiten und die Daten auszuwerten. Im folgenden sein Bericht.

(Es werden hier nicht alle Tabellen aus Platzgründen aufgeführt.)

Bei Produkt Weiterentwicklungen ist es von großem Interesse zu wissen, welche Produkteigenschaften von den Kunden wie bewertet werden, oder anders formuliert, bevorzugt werden. Zu diesem Zwecke wird ein Produkt durch seine Eigenschaften beschrieben und die Eigenschaften werden durch ihre Ausprägungen charakterisiert. Um die Kundenanforderungen erfassen und quantifizieren zu können, werden verschiedene Ausprägungen der Eigenschaften miteinander kombiniert. Dadurch entstehen virtuelle Produkte, man nennt diese auch Stimuli. Selbstverständlich können die Produkte auch konkret gebaut und dem Kunden zur Bewertung vorgelegt werden. Im vorliegenden Fall wurde der Laser pointer durch die vier Eigenschaften:

- Energiekapazität (entspricht der Länge), hohe Kapazität = 3h (+1),  
niedrige Kapazität = 1h (-1),
- Gewicht, schwer = 60 g (+1), leicht = 30 g (-1),
- Oberfläche, glatt und hart (+1) , rau und weich (-1) und
- externe Befestigungsmöglichkeit, vorhanden (+1), nicht vorhanden (-1),

mit jeweils den obigen zwei Ausprägungen beschrieben. Durch die Kombination der Ausprägungen für die 4 Eigenschaften entstehen 16 mögliche Stimuli  $S_1, \dots, S_{16}$ , die 9 Teilnehmern  $T_1, \dots, T_9$  zur Bewertung vorgelegt wurden. Die 16 möglichen Stimuli wurden gebaut und existieren als reale Produkte. In der Abbildung 1 sind diese dargestellt.

Die Kombination der zwei Ausprägungen für die 4 Eigenschaften liefern 16 mögliche (fiktive) Produkte, – Stimuli genannt –, die 9 Teilnehmern zur Bewertung vorgelegt wurden. Diese fiktiven Produkte können auch als Muster gefertigt werden. Dieser Weg wurde beim Laser Pointer beschritten.

Die Stimuli und Musterprodukte sind in der Abbildung 1 enthalten.

## Stimuli

Stimuli_1:	E_hoch,	G_schwer,	O_rau,	ExBef_vorhanden
Stimuli_2:	E_hoch,	G_schwer,	O_rau,	ExBef_keine
Stimuli_3:	E_hoch,	G_schwer,	O_glatt,	ExBef_vorhanden
Stimuli_4:	E_hoch,	G_schwer,	O_glatt,	ExBef_keine
Stimuli_5:	E_hoch,	G_leicht,	O_rau,	ExBef_vorhanden
Stimuli_6:	E_hoch,	G_leicht,	O_rau,	ExBef_keine
Stimuli_7:	E_hoch,	G_leicht,	O_glatt,	ExBef_vorhanden
Stimuli_8:	E_hoch,	G_leicht,	O_glatt,	ExBef_keine
Stimuli_9:	E_niedrig,	G_schwer,	O_rau,	ExBef_vorhanden
Stimuli_10:	E_niedrig,	G_schwer,	O_rau,	ExBef_keine
Stimuli_11:	E_niedrig,	G_schwer,	O_glatt,	ExBef_vorhanden
Stimuli_12:	E_niedrig,	G_schwer,	O_glatt,	ExBef_keine
Stimuli_13:	E_niedrig,	G_leicht,	O_rau,	ExBef_vorhanden
Stimuli_14:	E_niedrig,	G_leicht,	O_rau,	ExBef_keine
Stimuli_15:	E_niedrig,	G_leicht,	O_glatt,	ExBef_vorhanden
Stimuli_16:	E_niedrig,	G_leicht,	O_glatt,	ExBef_keine



Abb. 1: Stimuli und Musterprodukte

Die Ergebnisse der Befragung sind Rangfolgen, die in der Tabelle 1 im zusammen gestellt wurden.

Sstimuli	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	Summe
S <sub>1</sub>	1	1	9	13	10	8	12	10	7	71
S <sub>2</sub>	3	2	7	5	11	7	2	9	8	54
S <sub>3</sub>	2	4	10	14	3	16	11	11	5	76
S <sub>4</sub>	4	7	8	6	5	15	6	12	6	69
S <sub>5</sub>	9	5	5	9	9	4	7	1	3	52
S <sub>6</sub>	11	8	1	1	1	3	3	3	4	35
S <sub>7</sub>	10	13	6	10	12	2	9	2	1	65
S <sub>8</sub>	12	14	2	2	2	1	5	4	2	44
S <sub>9</sub>	5	3	15	15	13	6	8	13	15	93
S <sub>10</sub>	7	6	14	7	7	5	1	14	16	77
S <sub>11</sub>	6	9	16	16	14	10	10	15	13	109
S <sub>12</sub>	8	11	13	8	8	9	4	16	14	91
S <sub>13</sub>	13	10	11	11	16	12	15	6	11	105
S <sub>14</sub>	15	12	3	4	4	11	13	7	12	81
S <sub>15</sub>	14	15	12	12	15	14	16	5	9	112
S <sub>16</sub>	16	16	4	3	6	13	14	8	10	90
Summen	136	136	136	136	136	136	136	136	136	1224

Tab.1: Resultat der Befragung von N = 9 Teilnehmern

## 1 Beschreibung der Rangfolgen

Zur groben Beschreibung der Rangfolgen wurden als erstes die statistischen Maßzahlen berechnet und in der folgenden Tabelle 2 zusammen gestellt.

Summary Statistics for data in: result of questioning

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Mean:	7.88	6.00	8.44	7.66	5.77	3.88	7.22	4.88	10.33	18.55
Median:	9.00	7.00	10.00	6.00	5.00	3.00	9.00	2.00	13.00	7.00
Std Dev.:	4.31	3.20	5.07	3.57	2.90	3.44	4.60	4.78	4.82	4.97
	S11	S12	S13	S14	S15	S16				
Mean:	12.11	10.11	11.66	9.00	12.44	10.00				
Median:	13.00	9.00	11.00	11.00	14.00	10.00				
Std Dev.:	3.51	3.72	2.91	4.52	3.50	5.02				

Tab. 2: Statistische Maßzahlen für die 16 Stimuli

Stimuli 6 besitzt den kleinsten Mittelwert der Ränge(3.89) und müsste demzufolge der am besten bewertete Stimuli sein – Energiekapazität hoch, Gewicht leicht, Oberfläche weich keine externe Befestigung. Aber der Variationskoeffizient ( $V = (\text{Mittelwert} / \text{Standardabweichung}) \text{ mal } 100 = 88.56$ ) ist für diesen Stimuli am zweit größten!, d.h. die Meinungen der befragten Personen liegen bzgl. dieses Produktes weit auseinander. Das zweit- beste Produkt wäre hiernach Stimuli 8 (Energiekapazität hoch, Gewicht leicht, Oberfläche glatt, keine externe Befestigung). Bei diesem Produkt ist der Variationskoeffizient am größten. Beide Produkte sind einander sehr ähnlich und bei beiden Produkten gehen die Meinungen der befragten Personen weit auseinander. Die hier entstehenden Fragen sind, ob die statistischen Maßzahlen für Rangfolgen überhaupt gebildet werden dürfen und ob diese ausreichend sind, das beste virtuelle Produkt zu finden, d.h. die Produkteigenschaften zu bewerten?

## 2 Visualisierung der Rangfolgen

Für die Visualisierung der Rangfolgen von den befragten Personen werden sunray plots gewählt. Ausgehend von einem Mittelpunkt werden entsprechend der Anzahl der Stimuli 16 Strahlen gezeichnet. Auf diesen werden die Rangzahlen – nach einer Normierung – aufgetragen. Damit erhalten wir die 9 sunrays der Abbildung 1 im Anhang.

In der 3<sup>00</sup> Position ist jeweils der Wert für Stimuli 1 eingetragen. Die Werte der anderen Stimuli entsprechen den Werten auf den Strahlen entgegen dem Uhrzeigerlaufsin.

Aus der Abb. 1 des Anhanges erkennt man, dass

- die plots mit den „Beurteilungen“ der 9 befragten Teilnehmer sind sehr verschieden und
- die Urteile der Teilnehmer mit den Rangreihen 1 und 2, und analog 4 und 5 sehr ähnlich sind.

## 3 Abhängigkeit zwischen den Ergebnissen der befragten Teilnehmern

Die Ähnlichkeiten zwischen den sunray plots legen den Schluss nahe, dass die Teilnehmer entweder nicht zufällig ausgewählt oder nicht unabhängig voneinander befragt wurden. (*Anmerkung: was aber nicht der Fall war.*) Zur Verifizierung dieser beiden Hypothesen wurde eine Rangkorrelationsanalyse durchgeführt. Man findet hier einige sehr hohe Korrelationskoeffizienten, d.h. einige Ähnlichkeiten in den Urteilen der befragten Teilnehmer, wie z.B. für  $T_1$  und  $T_2$ .

## 4 Klassifikation der Menge der befragten Teilnehmer

Zur Ermittlung homogener Klassen von Teilnehmern, d.h. von Klassen solcher Teilnehmern, die ähnlich bewertet haben, wurde eine Clusteranalyse durchgeführt. Das Ergebnis der Tab. 3, visualisiert in der Abb. 2 legt eine Einteilung in zwei Klassen  $K_1$  und  $K_2$  nahe. Die Teilnehmer 1 und 2 fallen in  $K_1$ , die restlichen in die 2. Klasse  $K_2$ . Die Klassifizierung verfolgt das Ziel, für jede homogene Klasse eine mittlere Rangfolge zu bilden und hierfür die Bewertung der Produkteigenschaften vorzunehmen.

Die mittleren Rangreihen für beide Klassen sind in der Tabelle 3 enthalten.

	Mittlere Rangreihen für	
	K 1	K 2
$S_1$	1	10
$S_2$	2	5
$S_3$	3	11
$S_4$	5	7.5
$S_5$	7	3
$S_6$	9.5	1
$S_7$	11.5	4
$S_8$	13	2
$S_9$	4	15
$S_{10}$	6	9
$S_{11}$	8	16
$S_{12}$	9.5	12
$S_{13}$	11.5	13
$S_{14}$	14	6
$S_{15}$	15	14
$S_{16}$	16	7.5

Tab. 3: Mittlere Rangreihen für die beiden homogenen Klassen von befragten Teilnehmern

Die mittleren Rangfolgen für die beiden Klassen unterscheiden sich wesentlich.

Für Marketingaktivitäten wäre es wichtig zu wissen, welche Eigenschaften der befragten Teilnehmer für die Zugehörigkeit zu einer homogenen Klasse ausschlaggebend sind. Im vorliegenden Fall sind diese Eigenschaften nicht erkennbar. Wegen des zu kleinen Stichprobenumfangs können diese auch nicht ermittelt werden.

## 5 Faktoranalyse

Die Faktoranalyse, aufbauend auf der Rangkorrelationsanalyse, verfolgt zwei Ziele:

- Untermuerung der Klasseneinteilung
- Bewertung der befragten Teilnehmer.

In dem einen der beiden extrahierten Faktoren sind die Teilnehmer  $T_1$  und  $T_2$  mit den Ladungen 0.88 und 0.84 und eventuell  $T_7$  mit der Ladung 0.71 enthalten. Im anderen Faktor sind die übrigen Teilnehmern zusammen gefasst. Der 7. Teilnehmer spielte auch bei der Clusteranalyse und der Rangkorrelationsanalyse eine besondere Rolle.

## 6 Bewertung der Eigenschaften mit der ANOVA

Der klassische conjoint analysis Algorithmus z. B. der monotonen Varianzanalyse oder der monotonen Regressionsanalyse wurde durch die Varianzanalyse mit der Wichtung der Eigenschaften ersetzt. Dadurch erreicht man sofort ohne Umweg die Wichtung der Eigenschaften und die Wichtung der Ausprägungen.

ANOVA heißt analysis of variance (Varianzanalyse). Mit diesem Verfahren wird die Gesamtvarianz der Rangreihe für eine Klasse von befragten Teilnehmern zerlegt in die Anteile, die durch die einzelnen Merkmale der Stimuli hervorgerufen wurden. Im Folgenden werden die Varianzanalysen ohne Wechselwirkungen durchgeführt. Das ist für die kleinen Stichprobenumfänge sinnvoll. Für die Klasse 1 erhält man das Ergebnis der Tabelle 4.

Estimated effects for class 1

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Energie	1	64.00	64.00	239.65	0.00000000817
Gewicht	1	217.56	217.56	814.70	0.00000000001
Oberfl	1	42.25	42.25	158.21	0.00000007161
Befestigung	1	12.25	12.25	45.87	0.00003062286
Residuals	11	2.93	0.26		

Residual standard error: 0.5167

Tab. 4: Varianzanalyse für Klasse 1

Aus dieser Tabelle kann man ablesen, dass das Gewicht den Haupteinfluss hat; der Wert für F –value ist am größten. Dieses Merkmal hat auch die größte Summe der Abweichungsquadrate (sum of sq). Das nächst wichtige Merkmal ist die Energiekapazität usw. Die Befestigung ist den befragten Teilnehmern relativ egal. Dieses Merkmal hat den kleinsten F Wert. Das Ergebnis wird durch das Pareto Diagramm der Abbildung 2 visualisiert.

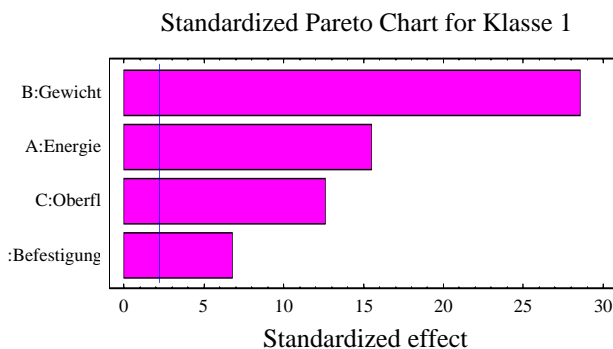


Abb. 2: Pareto Diagramm für die Wichtung der Eigenschaften durch die Teilnehmer der Klasse 1

Die Optimierung der Ergebnisse der Teilnehmerbefragung ergibt die folgende Tabelle 5  
 Das Ziel der Optimierung ist die Minimierung der Summe der Rangzahlen, denn je kleiner diese Summe ist, desto kleiner sind die Rangzahlen und das bedeutet desto beliebter ist der Laser Pointer.  
 Die folgende Tabelle 5 enthält die Kombination der Merkmale mit der minimalen Rangsumme.

Faktor	Niveau		Optimum
	unteres	oberes	
Energie	-1	+1	+1
Gewicht	-1	+1	+1
Oberfläche	-1	+1	-1
Befestigung	-1	+1	+1

Der optimaler Wert ist 0.3125

Tab. 5: Optimierung der Teilnehmerbefragung aus Klasse 1

Die Teilnehmer der Klasse 1 bevorzugen einen Laser Pointer mit den Eigenschaften:

- hohe Energiekapazität (+1)
- hohes Gewicht (+1)
- rauhe und weiche Oberfläche (-1)
- mit Befestigung (+1).

Für die Teilnehmer der Klasse 2 erhält man die folgenden Resultate.

Estimated effects for class 2

	Df	sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr (F)
Energie	1	50.06	150.06	72.16	0.00000368
Gewicht	1	6.56	76.56	36.81	0.00008102
Oberfl	1	9.00	9.00	4.32	0.06166050
Befestigung	1	81.00	81.00	38.95	0.00006339
Residuals	11	22.87	2.079		

Residual standard error: 1.442

Tab. 6: Varianzanalyse für Klasse 2

Diese Tabelle zeigt, dass für die Teilnehmern der Klasse 2 die Energie das wichtigste Merkmal ist. Das zweit wichtigste Merkmal ist die Befestigung. Am unwichtigsten ist diesen Teilnehmern die Oberfläche.

Auch dieses Ergebnis wird durch das Pareto Diagramm der Abbildung 3 visualisiert.

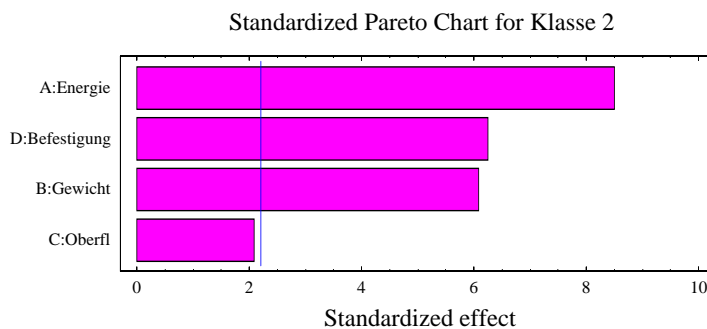


Abb. 3: Pareto Diagramm für die Wichtung der Eigenschaften durch die Teilnehmer der Klasse 2

Auch hier bei der Klasse 2 wird das Minimum der Rangsumme gesucht. Man erhält das Ergebnis der Tabelle 7.

Faktor	Niveaus		Optimum
	unteres	oberes	
Energie	-1	+1	+1
Gewicht	-1	+1	-1
Oberfläche	-1	+1	-1
Befestigung	-1	+1	-1

Der minimale Wert ist 0.25

Tab. 7: Optimierung der Teilnehmerbefragung aus Klasse 2

Die Teilnehmer der Klasse 1 bevorzugen einen Laser Pointer mit den Eigenschaften:

- hohe Energiekapazität
- niedriges Gewicht
- rauhe und weiche Oberfläche
- ohne Befestigung.

Als nützliche „Nebenprodukte“ der varianzanalytischen Auswertung kann man noch die Mittelwertdifferenzen für unterschiedlichen Niveaus der Merkmale berechnen. Man erhält für die Klasse 1 die Resultate der Tabelle 8.

Tables of means Grand mean = 8.5		
	Levels	
	Low (-1)	high (+1)
Energie	10.5	6.5
Gewicht	12.188	4.812
Oberfl	6.875	10.125
Befestigung	9.375	7.625

Tab. 8: Mittelwerte für die Niveaus der Merkmale in Klasse 1

Die alternativen Ausprägungen hoch (+1) und niedrig (-1) für die Merkmale zeigen hier in der Klasse 1 für die Energiekapazität die beiden Mittelwerte 6.5 und 10.5; also eine Differenz von 4 Rangplätzen. Bei der Eigenschaft Gewicht beträgt die Differenz zwischen leicht 4.8 und schwer 12.2 fast 8. Die Meinungen der befragten Teilnehmer liegen bzgl. der Eigenschaft Gewicht am weitesten auseinander. Die am meisten bevorzugte Eigenschaftsausprägung ist bei der wichtigsten Eigenschaft Gewicht ist die Ausprägung 2, d.h. leicht, gefolgt von der Eigenschaftsausprägung hohe Energiekapazität, dann glatte Oberfläche und keine vorhandene externe Befestigung.

Im Anschluss an die Varianzanalyse der Klasse 2 erhält man die Differenzen für die Niveaus für die Merkmale in der Tabelle 9.

Tables of means

Grand mean = 8.5		
	level	
	low (-1)	high (+1)
Energie	11.563	5.437
Gewicht	6.312	10.688
Oberfl	7.75	9.25
Befestigung	6.25	10.75

Tab. 9: Mittelwerte für die Niveaus der Merkmale in Klasse 2

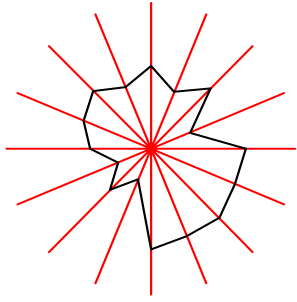
Aus den Varianzanalysen kann man natürlich auch die Ränge für die Merkmale eines jeden Teilnehmers berechnen. Man erhält die Ergebnisse der Tabelle

Eigenschaft	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>
Energie	2	3	2	3	2	1	3	2	1
Gewicht	1	1	1	2	3	3	2	1	2
Oberfläche	4	2	4	4	3	2	4	3	3
Befestigung	3	4	3	1	1	4	1	4	4

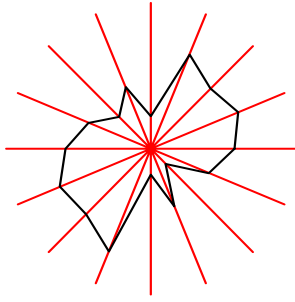
Tab. 10: berechnete Rangziffern für die Wichtung der Eigenschaften durch die befragten Teilnehmer

Aus dieser Tabelle liest man ab, dass die Bewertung der Eigenschaften durch die befragten Teilnehmer sehr verschieden sind. Das ist aber natürlich und bestätigt das bisherige Vorgehen, dass nur die mittleren Aussagen aus größeren Stichproben für die Entwicklung sinnvoll sind. Man kann sogar soweit gehen und sagen, die Klasse 1 der befragten Teilnehmer würde die Entwicklung eines anderen Laser Pointers als die der Klasse 2 bedeuten. Da man aber nur ein Produkt neu entwickeln will, sollte man sich nur auf die Meinung der größeren Stichprobe stützen.

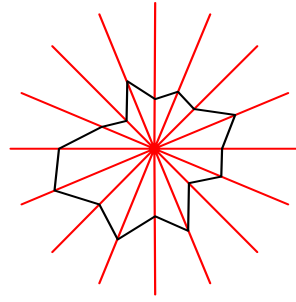
**Anhang**



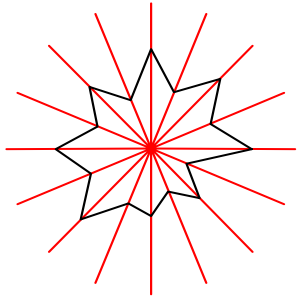
7



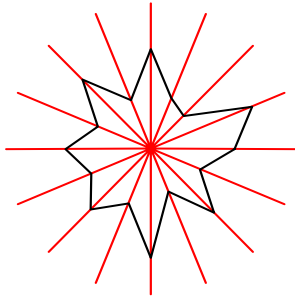
8



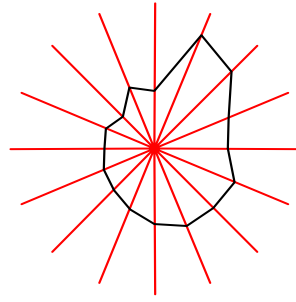
9



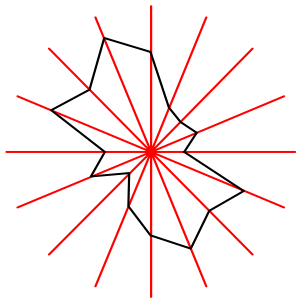
4



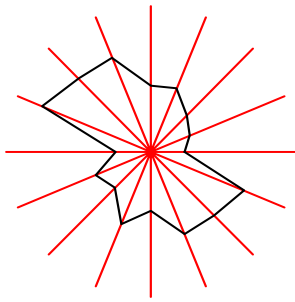
5



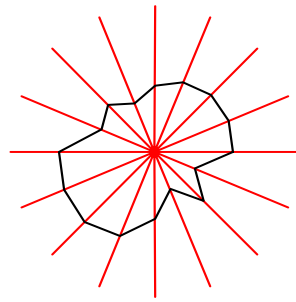
6



1



2



3