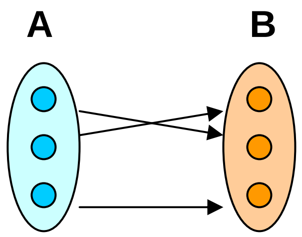
Autore: Dott. Pierpaolo Ferrante
Tel. 3297090374 - 067014405
e-mail: p.ferrante@essebiol.it

Quantificare l'utilità di un'ambulanza

In un sistema sanitario d'emergenza è possibile valutare il servizio di ogni ambulanza, tenendo conto sia delle prestazioni erogate (tempo medio di risposta, tempo massimo di risposta, …) sia degli aspetti strutturali del sistema (numero medio orario di chiamate d'emergenza, densità della popolazione).
Una volta stabiliti (soggettivamente) quali sono i fattori che determinano il grado di efficacia di un'ambulanza, si costruisce una funzione di utilità, per definire la bontà del servizio prodotto da ogni ambulanza, rispetto ai fattori predeterminati.
Dati due insiemi A e B, una funzione è una legge che lega ad ogni elemento di A (insieme di definizione) un solo elemento di B (immagine).

$$f : A \to B$$



L'utilità è una particolare funzione che ha per insieme di definizione i fattori scelti e per immagine un numero reale:

$$U : (F_1, F_2, \dots, F_n) \to \Re \, .$$

Grazie all'utilità, si può associare ad ogni ambulanza un numero permettendo di stabilire un ordine di efficacia, rispetto ai fattori considerati; Il principio di fondo è di esprimere, per ogni veicolo, un voto basato sulla misurazione di alcune prestazioni (tempo medio di risposta, …) e sulla misurazione di alcune caratteristiche proprie del sistema (densità della popolazione dell'area di competenza, …).

Esempio (con tre ambulanze):
Utilità ambulanza 1 : U_1 = 6;
Utilità ambulanza 2 : U_2 = 8,5;
Utilità ambulanza 3 : U_3 = 4,5.
Ordine di ambulanze creato dalla funzione di utilità: (2, 1, 3).

Costruzione di una funzione di utilità per ogni ambulanza

1) Ipotesi sulla funzione di utilità:
   a. E' lineare, per cui $U = aF + q$
   b. Ha valori compresi tra 0 e 1, per cui $U : (F_1, F_2, ... F_n) \rightarrow [0,1]$

2) Scegliere i fattori che determinano l'utilità di una postazione:

$$(F_1, F_2, ..., F_n)$$

   Esempio (con tre fattori):
   F_1 = tempo medio di risposta;
   F_2 = vicinanza di un veicolo del volontariato;
   F_3 = numero di chiamate servite.

3) Determinare un ordine di importanza dei fattori scelti, assegnando un peso (p_i) ad ogni fattore sotto la condizione $\sum_{i=1}^{n} p_i = 1$

$$\begin{pmatrix} F_1 & F_2 & ... & F_n \\ p_1 & p_2 & ... & p_n \end{pmatrix}$$

   Esempio (con tre fattori):
   F_1 = tempo medio di risposta;
   F_2 = vicinanza di un veicolo del volontariato;
   F_3 = numero di chiamate servite.

$$\begin{pmatrix} F_1 & F_2 & F_3 \\ 0{,}4 & 0{,}4 & 0{,}2 \end{pmatrix}$$

4) Determinare per ogni fattore l'insieme di valori assumibili (insieme di definizione della funzione d'utilità).

   Esempio (con tre fattori):
   F_1 = tempo medio di risposta: 2 min. $\leq F_1 \leq$ 30 min. ;
   F_2 = vicinanza di un veicolo del volontariato: 1Km$\leq F_2 \leq$ 15 Km ;
   F_3 = numero di chiamate servite: 20$\leq F_3 \leq$500.

5) Determinare, per ogni fattore, il valore o l'intervallo *K* che corrisponde alla massima utilità (1) e quello *k* che corrisponde alla minima utilità (0).

Esempio (con due fattori):
F_1 = tempo medio di risposta = *t*

$K_T = (t \le 8\,\text{min.})$ Tempo medio di risposta $k_T = (t \ge 30\,\text{min.})$

1 Utilità 0

$U(t \le 8\,\text{min.})$ = 1
$U(t \ge 30\,\text{min.})$ = 0

F_2 = numero di chiamate servite al mese = *C*

$k_C = (C \le 20)$ Numero di chiamate servite al mese $K_C = (C \ge 500)$

0 Utilità 1

$U(C \ge 500)$ = 1
$U(C \le 20)$ = 0

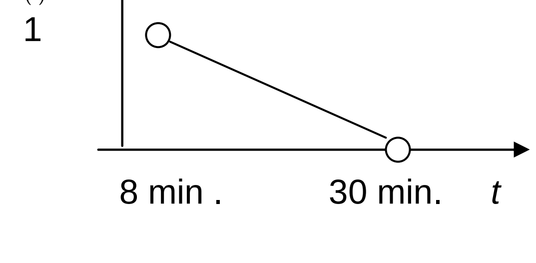
6) Determinare il legame lineare (funzione di utilità) tra ogni fattore e l'intervallo $[0,1]$, utilizzando il sistema che trova l'unica retta passante per due punti.
Conoscendo la posizione di due punti su di un piano cartesiano (x_1, y_1) e (x_2, y_2), è possibile individuare la sola retta che passa per essi risolvendo il sistema:

$$\begin{cases} y_1 = mx_1 + q \\ y_2 = mx_2 + q \end{cases}$$

Esempio (con due fattori):
F_1 = tempo medio di risposta = *t*
$U(t = 8\,\text{min.})$ = 1
$U(t = 30\,\text{min.})$ = 0

$$\begin{cases} 1 = m*8+q \\ 0 = m*30+q \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} q = 1-m*8 \\ q = -m*30 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 1-m*8 = -m*30 \\ q = -m*30 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 1 = -m*22 \\ q = -m*30 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m = -\dfrac{1}{22} \\ q = \dfrac{30}{22} \end{cases}$$

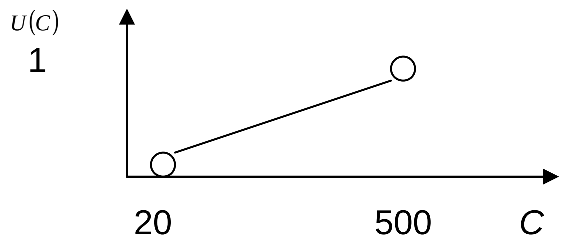
$$U(t) = -\frac{1}{22}t + \frac{30}{22}$$



F_2 = numero di chiamate servite al mese = *C*
$U(C = 500)$ = 1
$U(C = 20)$ = 0

$$\begin{cases} 1 = m*500+q \\ 0 = m*20+q \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} q = 1-m*500 \\ q = -m*20 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 1-m*500 = -m*20 \\ q = -m*20 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 1 = m*480 \\ q = -m*20 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m = \dfrac{1}{480} \\ q = -\dfrac{20}{480} \end{cases}$$

$$U(t) = \frac{1}{480}C - \frac{20}{480}$$



7) Stimare il valore assunto da ogni fattore per ogni ambulanza usando i dati disponibili e convertirlo in utilità utilizzando le funzioni trovate al passo 6.

Esempio (con due fattori):
F_1 = tempo medio di risposta = *t*
F_2 = numero di chiamate servite al mese = *C*

Ambulanza	*t*	C
1	9 min	56
2	9,5 min	72

$$U_1(t) = (-1/22)*9 + (30/22) = 0{,}9545 \quad ; \quad U_1(C) = (1/480)*56 - (20/480) = 0{,}075$$
$$U_2(t) = (-1/22)*9{,}5 + (30/22) = 0{,}9318 \quad ; \quad U_2(C) = (1/480)*72 - (20/480) = 0{,}108$$

Ambulanza	$U(t)$	$U(C)$
1	0,9545	0,075
2	0,9318	0,108

8) Calcolare per ogni ambulanza *i* la somma pesata (vedi punto 3) delle utilità dei fattori scelti, rappresentante l'utilità generale di un'ambulanza:

$$U_i = U(F_{1,i})*p_{F_1} + U(F_{2,i})*p_{F_2} + ... + U(F_{n,i})*p_{F_n}$$

Esempio (con due fattori):

Ambulanza	$U(t)$	$U(C)$
1	0,9545	0,075
2	0,9318	0,108

Fattore	peso
t	0,6
C	0,4

U_1 = 0,9545*0,6+0,075*0,4=0,6027 ; U_2 = 0,9318*0,6+0,108*0,4=0,6023

<u>L'ambulanza 1 risulta più efficace della 2</u>.