

Analizzare il prestito con la "teoria delle code"

Come razionalizzare uno dei servizi cruciali della biblioteca

di Mario Sebastiani

Un servizio di prestito efficiente costituisce un fattore cruciale per il buon andamento di una biblioteca. Non desta meraviglia quindi se le modalità organizzative del prestito sono numerose. Pressoché ogni biblioteca adotta le sue proprie varianti. In genere l'organizzazione del prestito si basa sulla registrazione di alcuni elementi essenziali che servono ad individuare il documento in prestito, l'utente che lo ha in prestito, la scadenza del periodo di prestito.

1. Organizzare il servizio di prestito secondo liste d'attesa

Oltre a questi elementi basilari, la biblioteca — in funzione della propria specifica organizzazione del servizio — può registrare anche altre informazioni come il rinnovo del prestito, il sollecito per la restituzione, eventuali dati per la compilazione di statistiche, e in certi casi anche la *prenotazione da parte di un altro utente*. Infatti: "quando viene richiesto un documento che è già in prestito può

essere effettuata una prenotazione, di solito registrata su un foglietto che viene allegato alla scheda dello 'scadenziario' relativo al documento richiesto. Ciò dovrebbe essere sufficiente a prevenire il rinnovo e a soddisfare il nuovo utente non appena il documento viene restituito. Nel caso le richieste siano più d'una si viene a costituire una 'lista d'attesa' e sarà opportuno informare i richiedenti del periodo previsto per ottenere il prestito".¹

Nella maggior parte dei casi però l'organizzazione del sistema di prestito non prevede la possibilità di creare liste d'attesa. In genere, quando un libro non è disponibile perché già in prestito presso un altro utente e non è prevista la possibilità di prenotare il libro, la richiesta è come se non fosse stata fatta per niente. L'utente, dopo un certo periodo, può ripresentare la sua richiesta; non ci sono garanzie però che nel frattempo un altro utente più fortunato non ottenga a sua volta il libro in prestito.

È evidente che un servizio di prestito con prenotazioni risponde meglio alle necessità degli utenti

perché consente di dare risposte precise circa la disponibilità futura di quei libri che, in un dato momento, non sono disponibili perché già in prestito presso altri utenti. Questa modalità però è poco diffusa a causa delle complicazioni gestionali che, inevitabilmente, la compilazione e l'aggiornamento delle liste di prenotazione comporta. Tuttavia, in una biblioteca automatizzata l'adozione di una modalità organizzativa del prestito basata su liste di prenotazione, non dovrebbe costituire un obiettivo irraggiungibile. L'adozione di accorgimenti quali le carte d'ingresso magnetiche, infatti, dovrebbe consentire una gestione sufficientemente rapida dei dati relativi agli utenti e permettere quindi di compilare e aggiornare abbastanza rapidamente le prenotazioni dei documenti della biblioteca.

Con un servizio di prestito organizzato secondo liste di prenotazione diverrebbe possibile fornire



all'utente informazioni quali il numero di utenti che lo precedono nella coda e quanto dovrà aspettare, verosimilmente, prima di ricevere il libro in prestito. Contestualmente, il bibliotecario potrebbe individuare quali sono i libri con troppe prenotazioni in corso e per i quali, quindi, può essere opportuno limitare la durata del prestito oppure acquisire un duplicato. In un servizio di prestito con prenotazione, quindi, il calcolo dei tempi d'attesa costituirebbe il principale presupposto da cui partire per l'organizzazione di un servizio di prestito quanto più possibile efficiente.

2. Il modello di riferimento per l'analisi delle file d'attesa

Uno strumento importante per la gestione delle file e delle liste d'attesa è costituito da quel capitolo della ricerca operativa meglio noto come *teoria delle code*. Più

esattamente, con questa disciplina, si apre quel settore della ricerca operativa noto come *programmazione non lineare*, settore che si occupa dell'analisi di sistemi nei quali l'interazione tra le varie componenti non risponde ai requisiti di linearità.²

Dal punto di vista concettuale la teoria delle code si fonda su due semplici nozioni: quella di *unità di servizio* e quella di *utente*. Tanto le unità di servizio che gli utenti possono essere costituiti sia da persone che da cose: i clienti presso uno sportello bancario, gli utenti di un ufficio postale, le carte su una scrivania, le attività in una fabbrica, le navi in un porto, gli aerei in un aeroporto, le automobili ad un casello autostradale... in tutte queste situazioni si possono formare code di utenti in attesa di ricevere un determinato servizio. In una biblioteca le code possono formarsi in tutti i punti di servizio nonché nelle aree di attività relative alle acquisizioni e alla catalogazione dove, anziché code di lettori, si potranno formare code di libri.³

Un servizio senza code è un servizio efficiente. Ognuno può rendersi conto di questo pensando alla propria esperienza personale nei rapporti con gli uffici postali, le banche, gli ospedali, i trasporti pubblici, ecc. La teoria delle code si occupa di quei metodi e di quelle procedure tramite le quali è possibile studiare e quantificare le file d'attesa in modo da poterne prevedere, e quindi controllare, caratteristiche fondamentali quali la lunghezza e la durata. Questa teoria quindi, per ciò che concerne l'efficienza dei servizi pubblici, riveste (o almeno dovrebbe rivestire) un ruolo importante. Con la teoria delle code, le file d'attesa vengono analizzate a partire da quattro parametri fondamentali che sono:

1) i tempi d'arrivo degli utenti;

2) i tempi di servizio;

3) il numero delle unità di servizio;

4) la disciplina della coda.

Tanto i tempi d'arrivo che i tempi di servizio possono essere deterministici, cioè distribuiti con regolarità, oppure casuali. Le code si formano in conseguenza dell'andamento casuale dei tempi d'arrivo e/o dei tempi di servizio.

Le unità di servizio possono essere una o più d'una ed espletare il servizio agendo in parallelo (ogni unità fornisce lo stesso servizio) oppure in serie (quando il servizio completo è costituito dall'attraversamento in successione di tutte le unità attive).

La disciplina di coda si riferisce ai criteri con cui si decide a quale degli utenti in coda tocca accedere al servizio. In genere viene adottata la cosiddetta modalità fifo ("first in first out") cioè quella modalità per cui chi è in testa alla coda accede al servizio non appena l'unità di servizio risulta disponibile. Non sempre però si può adottare questa disciplina di coda: in un ospedale, ad esempio, nel regolamentare l'accesso ai vari servizi, occorre garantire che i casi urgenti abbiano la precedenza.

Il modello di riferimento per le file d'attesa è costituito dal cosiddetto *processo di Poisson*. Si tratta del modello usato più di frequente nelle applicazioni della teoria delle code perché adatto a rappresentare un gran numero di situazioni differenti. Si dice che un processo reale risponde ai requisiti previsti dal processo di Poisson quando gli arrivi degli utenti, nel tempo, sono casuali e seguono la cosiddetta distribuzione di Poisson. In termini semplici, assumere il processo di Poisson per una situazione concreta significa assumere che gli arrivi sono indipendenti (cioè senza influenze reciproche); che il traffico non varia al variare del tempo (cioè non ►



vi sono momenti "di punta" prevedibili) e che viene esclusa la possibilità di arrivi simultanei.

Quando un processo reale segue la distribuzione di Poisson, allora gli intervalli di tempo tra l'arrivo di un utente ed il successivo, si conformano alla cosiddetta distribuzione esponenziale. Nel modello di riferimento per le file di attesa si assume che anche i tempi di servizio si conformino alla distribuzione esponenziale.⁴

Se il servizio di prestito risponde ai requisiti previsti dal modello di riferimento per le file d'attesa, allora diventa possibile analizzare i tempi di attesa degli utenti mediante alcune delle metodologie sviluppate nell'ambito della teoria delle code. Saranno utili in particolare quei metodi che consentono di calcolare il tempo medio di attesa quando vi è una sola stazione di servizio oppure quando le stazioni sono più d'una e operano in parallelo. Nel caso del prestito bibliotecario le unità di servizio saranno costituite dalle varie copie di ogni monografia che sono messe a disposizione del pubblico.

3. La fila d'attesa come interfaccia tra l'efficienza e la produttività di un servizio

Una volta stabilito che il modello di riferimento costituisce una buona approssimazione del servizio effettivo in esame, occorre individuare in via preliminare, al fine di procedere all'applicazione della teoria delle code, due valori statistici fondamentali: il tempo medio di servizio e il tempo medio di intervallo che intercorre tra due arrivi successivi. La corretta rilevazione del tempo medio di servizio e del tempo medio di intervallo costituisce la premessa cruciale di ogni applicazione della teoria delle code. È evidente che, nella rile-



vazione di questi valori statistici, l'automazione svolge un ruolo determinante tanto sotto il profilo della registrazione dei dati quanto sotto il profilo dell'elaborazione dei relativi valori numerici.

Il tempo medio di servizio è quel valore statistico che indica per quanto tempo, in media, un utente tiene occupata l'unità di servizio. Il tempo medio di intervallo invece è il valore statistico che indica il tempo che, mediamente, separa l'arrivo di un utente dal successivo. Nel caso del prestito — una volta stabilito che il servizio risponde ai requisiti del modello di riferimento per le file d'attesa — il tempo medio di servizio sarà pari a $1/y$ e il tempo medio di intervallo sarà pari a $1/m$ dove y ed m sono i parametri che definiscono l'andamento delle rispettive distribuzioni.

I parametri m ed y vengono anche detti *tasso d'arrivo* e *tasso di servizio*. Assumendo come unità di tempo l'anno solare, il tasso d'arrivo m , nel caso del prestito, sarà rappresentato dal numero medio di richieste di prestito che, per una data monografia, vengono presentate nel corso di un an-

no. Il tasso di servizio y invece sarà rappresentato dal risultato che si ottiene dividendo il valore 365 (cioè i giorni compresi nell'anno solare) per il tempo medio di prestito espresso in giorni.⁵

Il tasso d'arrivo ed il tasso di servizio sono importanti perché consentono di determinare, in un sistema dato, la variabile più importante della teoria delle code: *il tasso di utilizzo* dell'unità di servizio. Questo non è altro che la probabilità che in un dato momento l'unità di servizio risulti attiva, cioè occupata da un utente. Il valore del tasso di utilizzo, in un sistema con una sola unità di servizio è pari a:

$$r = \frac{m}{y} \quad [1]$$

Il valore di r è sempre compreso tra 0 e 1, in quanto il tasso di arrivo non può essere superiore al tasso di servizio. Qualora dovesse verificarsi questo la coda degli utenti in attesa sarebbe destinata ad allungarsi all'infinito. In tali termini, un sistema nel quale gli utenti accedono al servizio con una frequenza superiore alla capacità di smaltimento dell'unità di servi-

zio è un sistema che, in breve tempo, è destinato ad “esplosione”.⁶

In genere quanto più piccolo r , cioè tanto minore l'intensità di traffico nell'unità di servizio considerata, tanto meno lunghe risulteranno le code nel sistema. Ma la diminuzione di r comporta anche un fatto che in sé non può essere considerato positivo. Il valore $1-r$ infatti esprime la probabilità che in un dato istante l'unità di servizio risulti inattiva, cioè che non vi sia nessun utente che la stia utilizzando (e quindi che non vi sia nemmeno alcun utente in coda).⁷ Il valore $1-r$ cresce quando r diminuisce e viceversa. L'intensità di traffico quindi costituisce anche la misura della produttività del servizio: quanto minore l'intensità di traffico, tanto minori le code ma anche tanto minore la produttività del servizio.

In breve la coda costituisce l'intersezione, o meglio, l'interfaccia tra due aspetti concorrenti di un dato servizio: l'efficienza e la produttività. Che in un dato servizio le code raggiungano determinate dimensioni, sotto il profilo della durata e della lunghezza media, costituisce l'espressione del particolare equilibrio che si è determinato, in quel servizio, tra le esigenze legate all'efficienza e le esigenze legate alla produttività. Dal punto di vista della gestione del servizio, modificare le code significa, in definitiva, cercare un migliore equilibrio tra efficienza e produttività del servizio.

4. Calcolo del tempo medio d'attesa di un utente generico

Quindi, per ciò che concerne l'intensità di traffico in una data unità di servizio, non esiste un valore in sé ottimale. Il valore “giusto” è quello che costituisce il miglior compromesso tra le esigenze legate all'efficienza del servizio, cioè alla limi-

tazione delle code (finalità che si consegue riducendo il tasso di utilizzo) e il contenimento dei costi del servizio (finalità invece che si consegue incrementando il tasso di utilizzo). La teoria delle code costituisce, in definitiva, uno strumento che consente di valutare quali effetti comportano, dal punto di vista della lunghezza e della durata delle code, determinati cambiamenti dei parametri fondamentali di un servizio quali la durata media del servizio, la frequenza degli arrivi, il numero delle unità di servizio. La teoria delle code quindi dovrebbe costituire uno strumento determinante ai fini della corretta programmazione di un servizio.

Il bibliotecario, nel programmare il servizio di prestito al fine di conseguire il miglior equilibrio possibile tra costi ed efficienza, può incidere soprattutto su due parametri: durata media dei prestiti (durata sulla quale può incidere tramite le norme del regolamento della biblioteca) e numero delle copie disponibili per ogni data monografia. In entrambi i casi, al fine di determinare la combinazione ottimale di durata dei prestiti e numero di copie disponibili, il bibliotecario dovrà calcolare i tempi d'attesa previsti. Naturalmente, per procedere a questo calcolo, dovrà disporre, per ogni data monografia, tanto del tasso di arrivo che del tasso di utilizzo. Disponendo di questi dati di partenza potrà allora calcolare l'intensità di traffico r e, tramite questa, calcolare il *tempo medio di attesa*, cioè quel tempo che, mediamente, un utente generico dovrà trascorrere in coda prima di accedere al prestito per quella data monografia. Il tempo medio d'attesa, in altri termini, è il tempo medio di permanenza di un utente generico sulla lista di prenotazioni per il prestito. Nel caso che le copie di una data monografia disponibili per il pre-

stito siano una sola, non è difficile calcolare il tempo medio di attesa. Naturalmente occorre che il servizio di prestito risponda ai requisiti che definiscono il modello di riferimento per le file d'attesa.

Nel caso che sussistano questi requisiti, allora il tempo medio di attesa t di un utente generico, sarà pari a:⁸

$$t = \frac{1}{y} \times \frac{r}{(1-r)} = \frac{m}{y(y-m)} \quad [2]$$

Nel caso che le unità di servizio siano più di una e accessibili in parallelo a partire da un'unica fila d'attesa — sempre nel rispetto dei requisiti che definiscono il modello di riferimento — il calcolo del tempo medio d'attesa è invece alquanto più complesso. Se per una data monografia sono disponibili per il prestito al pubblico s copie il tempo medio di attesa di un utente generico sarà dato dall'espressione:⁹

$$t = P_0 \frac{(m/y)^s y}{(s-1)! (sy-m)^2} \quad [3]$$

In questa espressione il valore P_0 rappresenta, a sua volta, il risultato di un'altra espressione ancora più complicata (*Som* sta per sommatoria):¹⁰

$$P_0 = 1 / \left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(m/y)^n}{n!} = \frac{(m/y)^s}{s!} \cdot \frac{sy}{sy-m} \right] \quad [4]$$

I risultati delle espressioni [2] e [3] esprimono il tempo di attesa come frazione dell'unità di tempo adottata. L'applicazione dell'espressione [2] è abbastanza agevole anche senza disporre di particolari strumenti di calcolo. Invece per applicare agevolmente espressioni [3] e [4] è necessario disporre di adeguati supporti di calcolo come, ad esempio, un foglio di calcolo o un programma di software ad hoc. Nella Tab. 1 è riportato un programma Basic che consente di calcolare i tempi di attesa per il prestito di una data monogra- ➤

Tab. 1 - Programma per il calcolo dei tempi d'attesa per il prestito (Basic)

```

1 CLS : A=365 : REM QX11
2 INPUT "Media prestito (gg) ";YY
3 INPUT "Copie disponibili ";S
4 INPUT "Limite attesa (gg) ";TMAX
5 IF TMAX>A THEN TMAX=A
6 PRINT
7 Y=A/YY : MM=INT(S*Y)
8 DIM MX(MM) , TG(MM)
9 IF S>1 THEN GOTO 18
10 FOR M=1 TO MM
11 CLS : PRINT "Media richieste all'anno:",M
12 R=M/Y
13 WQ=(1/Y)*(R/(1-R))
14 TG(M)=WQ*A
15 IF TG(M)>TMAX THEN GOTO 37
16 NEXT
17 GOTO 37
18 FOR M=1 TO MM
19 CLS : PRINT "Media richieste all'anno:",M
20 REM
21 PO=1 : FATT=1
22 FOR N=1 TO S-1
23 FATT=FATT*N
24 PO=PO+(M/Y)^N*(1/FATT)
25 NEXT
26 FATTS=FATT*S
27 G=(M/Y)^S*41/FATTS
28 PJ=(S*Y) / (S*Y-M)
29 PJ=PJ*G
30 PO=PO+PJ : PO=1/PO
31 WQ1=(M/Y)^S*Y
32 WQ2=FATT*(S*Y-M)^2
33 WQ=PO*(WQ1/WQ2)
34 TG(M)=WQ*A
35 IF TG(M)>TMAX THEN GOTO 37
36 NEXT
37 CT=1
38 CLS
39 PRINT "Media prestito (gg) :";YY;
40 PRINT " - Copie:";S;" - Limite attesa (gg) :";TMAX
41 print
42 PRINT "Media richieste all'anno - media giorni di attesa"
43 PRINT
44 FOR M=CT TO CT+15
45 CT=CT+1
46 PRINT USING "          #####";M;
47 PRINT USING "          #####.#####";TG(M)
48 IF TG(M)>TMAX THEN GOTO 51
49 NEXT
50 PRINT : INPUT "Pagina successiva: invio ->", Z$ : GOTO 38
51 PRINT : INPUT "Per rivedere: invio / Per terminare: t ->", Z$
52 IF Z$="t" THEN END
53 GOTO 37

```

fia in funzione del tempo medio di servizio, del numero di copie disponibili e della frequenza media annua delle richieste. L'unità di tempo prescelta è l'anno (365 giorni). I tempi di attesa e la durata dei prestiti sono misurati in giorni. Per esprimere il tempo d'attesa in giorni e non come frazione di un anno, il risultato delle espressioni [2] e [3] viene moltiplicato per 365.

Il programma, all'atto dell'avviamento, chiede che vengano forniti i valori relativi alla durata media dei prestiti, al numero di copie disponibili e al tempo medio di attesa in coda che si ritiene accettabile, cioè compatibile con un servizio efficiente. Il programma, a partire dai dati in input, calcola per ogni valore di frequenza annuale media delle richieste (cioè 1 richiesta all'anno, 2 richieste all'anno, ecc.) il valore dell'attesa media. Quando individua una frequenza annuale media di richieste che comporta una attesa media in coda superiore al limite predefinito in input (limite che comunque non può essere superiore a 365 giorni) il programma arresta i calcoli e visualizza, su più videate in successione, i risultati.¹²

5. Alcuni esempi di analisi del servizio di prestito con prenotazioni

Nella Tab. 2 sono riportati i risultati che compaiono sul video nel caso che in input vengano dati al programma questi parametri: 30 giorni per la durata media di un prestito; 1 copia disponibile; 3 giorni come limite di tolleranza per l'attesa.

Questo ultimo parametro indica che siamo interessati ad individuare, per quella data monografia, tutte le frequenze annuali di richieste compatibili con un tempo medio di attesa in coda degli

Tab. 2

Media prestito (gg) : 30 - Copie: 1 - Limite attesa (gg) : 3

Media richieste all'anno - media giorni di attesa

1	2.6866
2	5.9016

Per rivedere: invio / Per terminare: t ->

utenti pari a 3 giorni. Il programma, dato questo vincolo, si fermerà non appena individuerà la prima frequenza media annuale di richieste che comporta una attesa media superiore a 3 giorni. Per ogni frequenza media annuale di richieste il programma fornisce il tempo medio di attesa espresso in giorni e frazioni di giorno.

Come si vede i risultati della Tab. 2 non sono incoraggianti. Infatti è possibile avere in media, nel rispetto dei parametri preimpostati, solo 2 richieste all'anno: ogni utente, prima di ricevere il libro, dovrà attendere mediamente 5,9016 giorni. Nel caso invece che la media annuale delle richieste sia pari ad 1, avremo un tempo medio di attesa pari a 2,6866 giorni.

Il bibliotecario, in prima battuta, per migliorare la situazione, potrà semplicemente disporsi ad accettare tempi medi di attesa più lunghi. Nella Tab. 3 possiamo vedere quali risultati si ottengono nel caso che la tolleranza per il tempo medio di attesa sia elevato da 3 a 6 giorni. Come si vede la situazione migliora molto poco: una frequenza media annua di 3 richieste implica già una attesa media pari a 9,8182 giorni.

Per cercare di migliorare ancora la situazione, senza però aumentare ulteriormente la tolleranza per i tempi di attesa, il bibliotecario ha ora due possibilità: diminuire i tempi del prestito (modificando le norme regolamentari) oppure aumentare le copie di-

sponibili. Come si modificheranno in questi due casi le code di attesa? Per saperlo è sufficiente riavviare il programma con i nuovi dati in input. Nella Tab. 4 sono riportati i risultati che si ottengono nel caso che la durata me-

questo caso l'attesa media sarà pari a 3,8793 giorni.

Nella Tab. 5 sono riportati invece i risultati che si ottengono assumendo una durata media dei prestiti pari a 15 giorni, 1 copia disponibile e un limite per l'attesa media pari a 6 giorni. Saranno possibili, con questi vincoli, fino a 7 richieste medie all'anno con un tempo medio di attesa pari a 6,0577 giorni.

Nel caso invece che il bibliotecario decida di non incidere sulla durata dei prestiti, ma di aumentare le copie disponibili (da 1 a 2), i risultati saranno ancora migliori. Nella Tab. 6 possiamo vedere quali risultati si ottengono nel ca-

Tab. 3

Media prestito (gg) : 30 - Copie: 1 - Limite attesa (gg) : 6

Media richieste all'anno - media giorni di attesa

1	2.6866
2	5.9016
3	9.8182

Per rivedere: invio / Per terminare: t ->

dia dei prestiti venga ridotta da 30 giorni a 15 giorni (con 1 copia disponibile e limite di tolleranza per l'attesa pari a 3 giorni). Come si vede saranno possibili, nel rispetto di nuovi vincoli, fino a 5 richieste in media all'anno; in

so si assuma una durata del prestito pari, in media, a 30 giorni; 2 copie disponibili; un limite per l'attesa pari a 3 giorni. Con questi vincoli saranno possibili 8 richieste medie all'anno con una attesa media di 3,6356 giorni. ➤

Tab. 4

Media prestito (gg) : 15 - Copie: 1 - Limite attesa (gg) : 3

Media richieste all'anno - media giorni di attesa

1	0.6429
2	1.3433
3	2.1094
4	2.9508
5	3.8793

Per rivedere: invio / Per terminare: t ->

Tab. 5

Media prestito (gg) : 15 - Copie: 1 - Limite attesa (gg) : 6

Media richieste all'anno	media giorni di attesa
1	0.6429
2	1.3433
3	2.1094
4	2.9508
5	3.8793
6	4.9091
7	6.0577

Per rivedere: invio / Per terminare: t ->

Note

¹ M. SALIMEI - E. NOVARI, *Procedure: acquisizione, circolazione e conservazione dei documenti*, in *Documentazione e biblioteconomia. Manuale per i servizi di informazione e le biblioteche speciali italiane*, a cura di M.P. Caroselli e M. Valenti, presentazione di P. Bisogno, Milano, Franco Angeli, 1982, p. 79.

² Un sistema si dice lineare quando le equazioni che ne descrivono il comportamento sono equazioni di primo grado, espressioni cioè nelle quali non figurano variabili con esponente diverso da 1 (cioè x^2 , y^3 , ...).

³ Il contributo più importante sull'applicazione della teoria delle code in campo biblioteconomico viene dagli studi compiuti nel corso di trent'anni da Philip M. Morse presso il Massachusetts Institute of Technology: P.M. MORSE, *Library Effectiveness: A Systems Approach*, MIT Press, 1968. Cfr. J.E. ROWLEY and P.J. ROWLEY, *Operation Research. A Tool for Library Management*, Chicago, American Library Association, 1981, p. 45.

⁴ Esiste un metodo abbastanza semplice per valutare in che misura i tempi

L'analisi naturalmente può andare avanti quanto si vuole.

Nella Tab. 7 e 8 possiamo vedere i risultati che si ottengono assumendo una durata media dei prestiti pari a 15 giorni, 2 copie disponibili e un limite per l'attesa pari a 3 giorni. La massima frequenza annua possibile delle richieste sarà di 20 richieste all'anno, in media, e comporterà un'attesa media pari a 3,0481 giorni.

Chiaramente i risultati conseguenti ad un'analisi teorica devono sempre essere confrontati con i dati rilevabili sul campo; nel caso che vengano rilevate delle discrepanze tra risultati teorici e dati empirici occorrerà svolgere ulteriori analisi per introdurre nel modello teorico quei fattori correttivi che consentano di compiere elaborazioni meglio corroborate.

In ogni caso appare evidente che, in una biblioteca automatizzata, la teoria delle code può costituire uno strumento particolarmente valido per conseguire una gestione economica ed efficiente del servizio di prestito.

Organizzando questo servizio su liste d'attesa, memorizzando i dati relativi ai prestiti, elaborando le statistiche relative ai parametri fondamentali, calcolando infine i tempi medi d'attesa si potrebbe effettuare un monitoraggio costan-

te del servizio per intervenire, quando necessario, con le misure più opportune: ampliando i margini di tolleranza per i tempi di attesa, riducendo la durata media dei prestiti oppure aumentando il numero delle copie disponibili.

Il modello proposto in questo intervento da solo ha scopo di illustrare l'utilità, ai fini del servizio di prestito, della teoria delle code.

Tab. 6

Media prestito (gg) : 30 - Copie: 2 - Limite attesa (gg) : 3

Media richieste all'anno	media giorni di attesa
1	0.0508
2	0.2040
3	0.4630
4	0.8332
5	1.3225
6	1.9421
7	2.7066
8	3.6356

Per rivedere: invio / Per terminare: t ->

Non intende pertanto costituire un modello immediatamente traducibile in un servizio effettivo. Per questo occorrerà sempre effettuare un'analisi più dettagliata ed approfondita che parta dai dati concreti desumibili dal processo reale in esame. ■

di intervallo tra le richieste di prestito o i tempi di servizio si conformano alla distribuzione esponenziale. Nel caso della distribuzione esponenziale, infatti, se m è la media e v la varianza dei tempi, allora deve valere $v/m^2=1$ (P. BARAGGIA - N. NAVA, *Ricerca operativa*, Milano, Hoepli, 1987, pp. 354-356. M. CIRINÀ, *File di attesa*, Torino, Le-

Tab. 7

Media prestito (gg) : 15 - Copie: 2 - Limite attesa
(gg) : 3

Media richieste all'anno	media giorni di attesa
1	0.0063
2	0.0254
3	0.0572
4	0.1020
5	0.1600
6	0.2315
7	0.3169
8	0.4166
9	0.5312
10	0.6612
11	0.8076
12	0.9710
13	1.1526
14	1.3533
15	1.5746
16	1.8178

Pagina successiva: invio ->

vrotto & Bella, 1974, p. 30-31).

⁵ Nel caso del servizio di prestito un tasso di arrivo pari a $m=6$ richieste all'anno corrisponde ad un tempo medio di intervallo tra le richieste — espresso come frazione dell'unità di tempo — pari a $1/6$ cioè a 0,1666 anni. Il tempo medio di intervallo espresso in giorni sarà uguale a 0,1666 moltiplicato 365 vale a dire 60,809 giorni.

Nel caso del servizio di prestito il tasso di servizio y non è desumibile direttamente dai dati empirici. Per determinare y occorre partire dal tempo di servizio medio espresso in giorni. Supponendo che questo sia uguale a 30 giorni (mediamente, cioè, ogni utente trattiene il libro per 30 giorni) il tasso di servizio y sarà uguale a $y=365/30$ cioè $y=12,1666$. Il tempo medio di servizio espresso come frazione dell'unità di tempo sarà pari a $1/12,1666$ cioè 0,0821. Moltiplicando questo valore per 365 otteniamo nuovamente il tempo medio di servizio espresso in giorni.

⁶ Nel caso che $m=6$ e $y=12,1666$ l'intensità di traffico sarà uguale a $r=6/12,1666$ ovvero $r=0,4934$.

⁷ P. BARAGGIA, *op. cit.*, p. 346.

⁸ *Ivi*, p. 384.

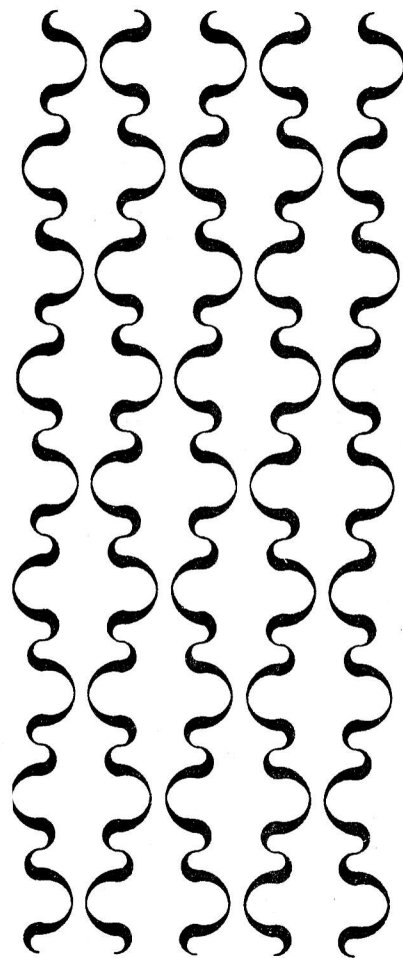
⁹ F. ARCHETTI - E. FAGIUOLI, *Lezioni di ricerca operativa*, Torino, Giappichelli, 1983, p. 125.

¹⁰ *Ivi*, p. 124.

¹¹ Ad esempio se come unità di tempo adottiamo l'anno, il valore $t=0,05$ equivale ad un ventesimo di anno. Per esprimere questo tempo in giorni dovremo moltiplicare $t=0,05$ per 365 ottenendo $t=18,25$ giorni.

¹² Il programma, nel caso che in input venga indicata 1 copia disponibile, calcola i tempi medi d'attesa mediante l'espressione [2] codificata alla riga 13 (Tab. 1). Nel caso che in input vengano date più di 1 copia disponibile, utilizza le espressioni [3] e [4] codifica-

te alle righe 20-29 (Tab. 1). Con molte copie disponibili (oltre 10) possono verificarsi malfunzionamenti. Per utilizzare il programma è sufficiente richiamare uno degli interpreti Basic disponibili sui sistemi Ms-Dos (Basic, GwBasic, QBasic), digitare con precisione il programma e lanciarlo con gli opportuni tasti funzionali.

**Tab. 8**

Media prestito (gg) : 15 - Copie: 2 - Limite attesa
(gg) : 3

Media richieste all'anno	media giorni di attesa
17	2.0847
18	2.3772
19	2.6975
20	3.0481

Per rivedere: invio / Per terminare: t ->