

File System



Programma – Sistemi Operativi

- Introduzione ai sistemi operativi
- Gestione dei processi
- Sincronizzazione dei processi
- Gestione della memoria centrale
- Gestione della memoria di massa
- **File system**
- Sicurezza e protezione

File System

- Il **file system** fornisce il meccanismo per la **memorizzazione in linea** di dati e programmi appartenenti al sistema operativo
- Il **file system** è composto da:
 - un insieme di **file** (contenenti dati)
 - una struttura di **directory** (per organizzare i file)
- Il **file system** risiede, nella maggior parte dei casi, in **memoria secondaria**

File

- Un **file** è un insieme di informazioni correlate, registrate in memoria secondaria, cui è stato assegnato un **nome**.
- Un file **ha attributi** che possono variare secondo il sistema operativo, ma che tipicamente comprendono i seguenti:



Attributi dei file

La Figura 13.1 illustra una **finestra di informazioni** di un file su macOS nella quale sono visualizzati gli **attributi di un file**.

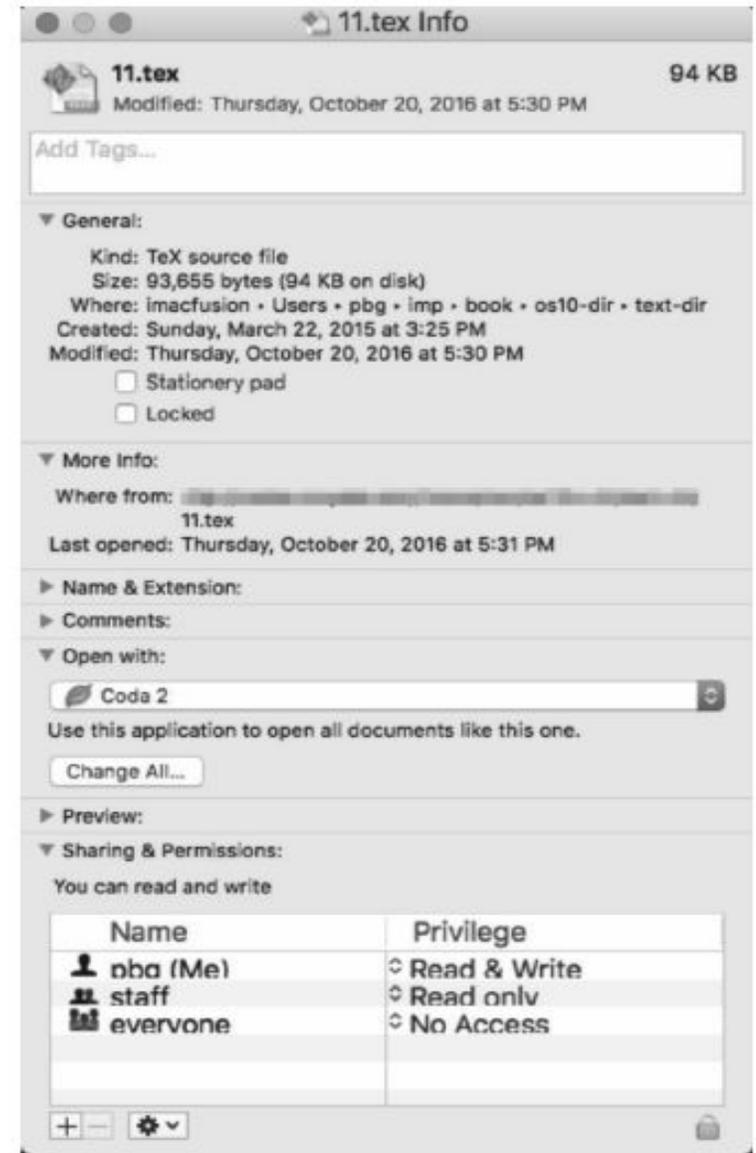
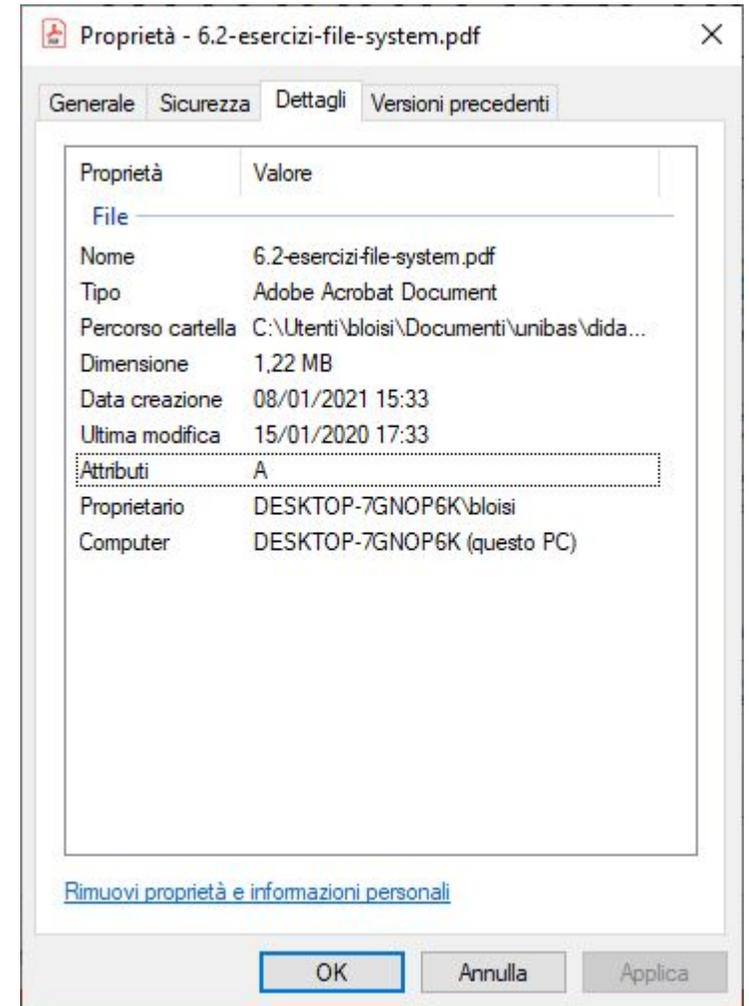
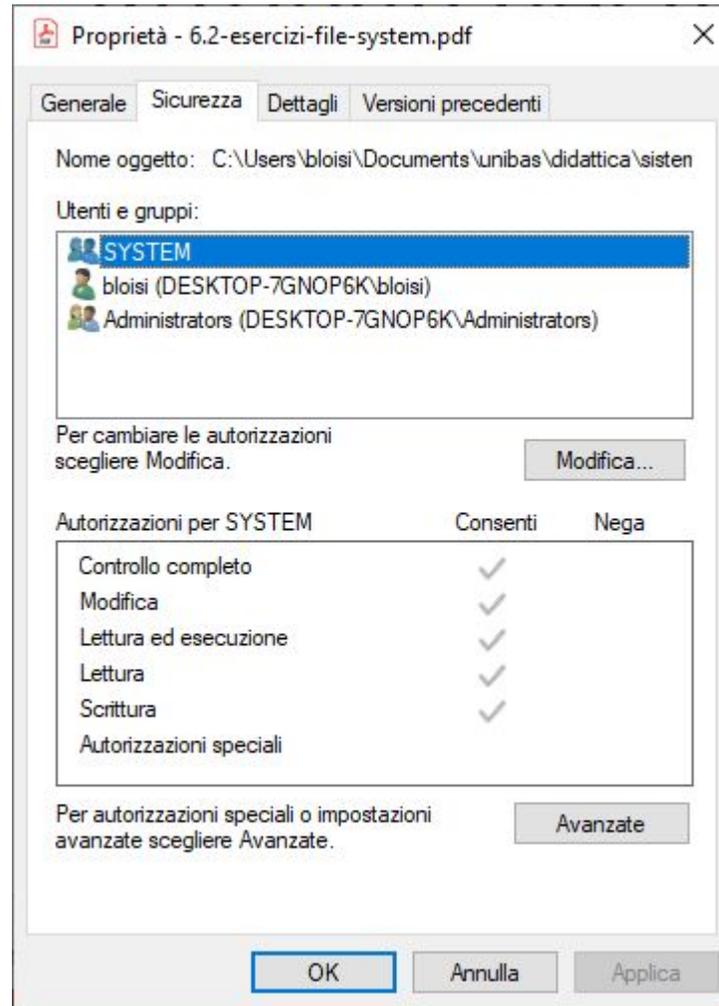
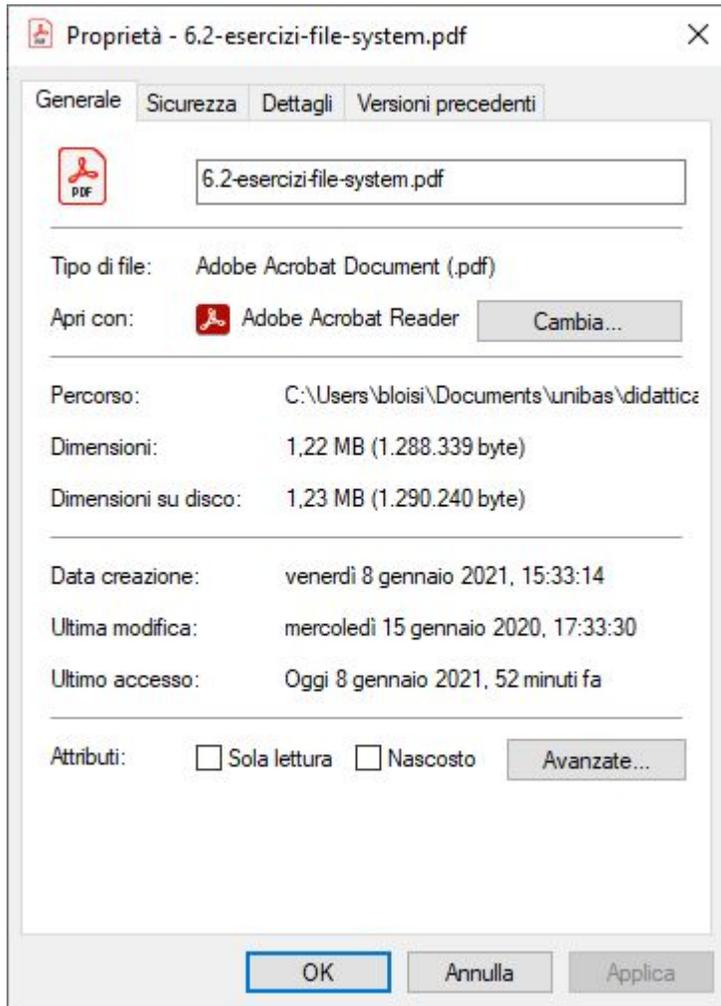


Figura 13.1 La finestra di informazioni di un file su macOS.

Attributi dei file – Windows 10



Operazioni sui file

Creazione
di un file

Scrittura
di un file

Lettura
di un file

Riposizionamento
in un file

Cancellazione
di un file

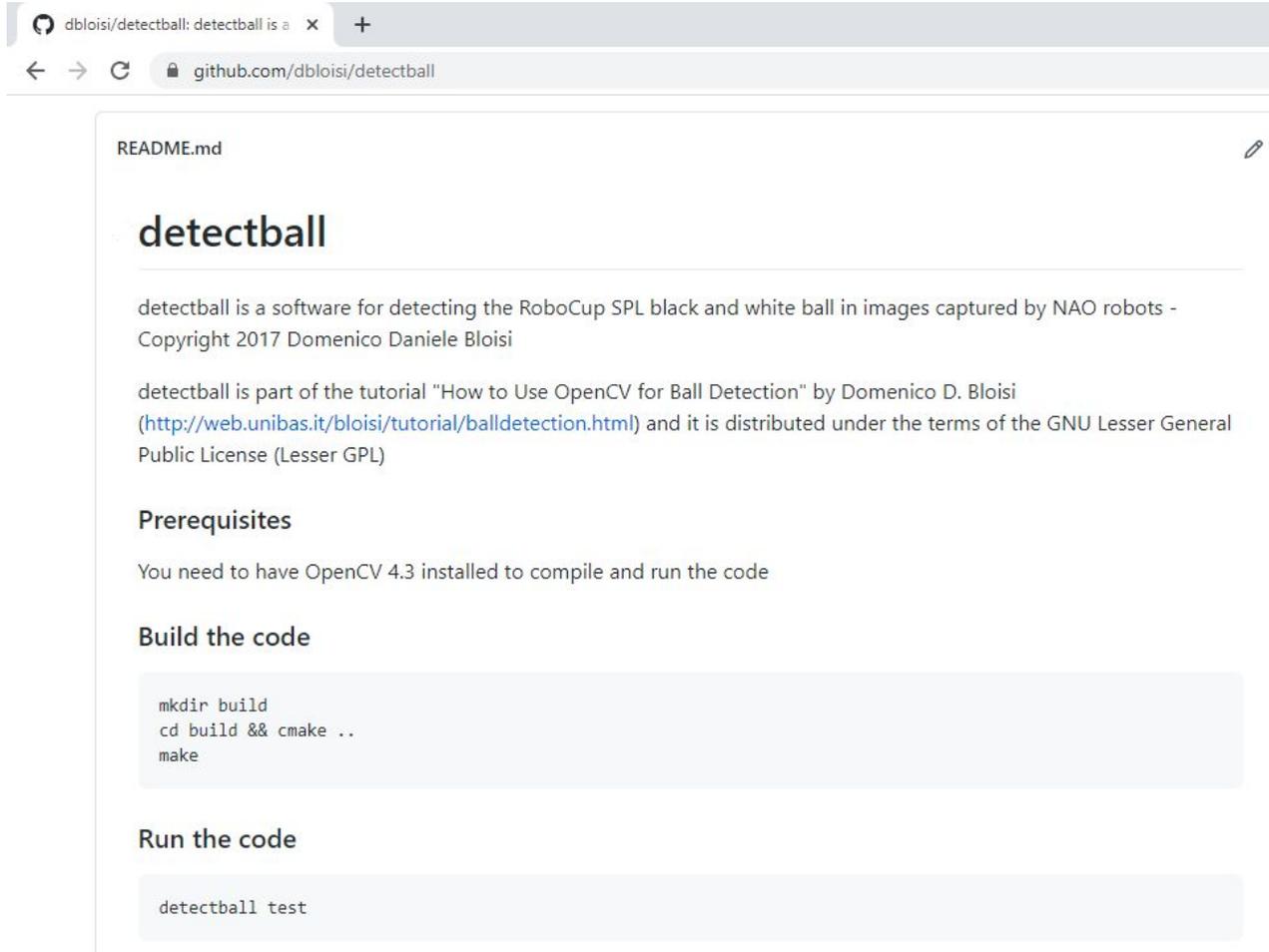
Troncamento
di un file

Tipi di file

Tipo di file	Estensione usuale	Funzione
Eseguibile	exe, com, bin, o nessuna	Programma eseguibile, in linguaggio macchina
Oggetto	obj, o	Compilato, in linguaggio di macchina, non linkato
Codice sorgente	c, cc, java, perl, asm	Codice sorgente in vari linguaggi di programmazione
Batch	bat, sh	Comandi per l'interprete dei comandi
Markup	xml, html, tex	Dati testuali, documenti
Word processor	xml, rtf, docx	Vari formati di word processor
Libreria	lib, a, so, dll	Librerie di procedure per la programmazione
Stampa o visualizzazione	gif, pdf, jpg	File ASCII o binari in formato per la stampa o la visualizzazione
Archivio	rar, zip, tar	File contenenti più file tra loro correlati, talvolta compressi, per archiviazione o memorizzazione
Multimediali	mpeg, mov, mp3, mp4, avi	File binari contenenti informazioni audio o A/V

Figura 13.3 Comuni tipi di file.

Esempio Markdown .md



dbloisi/detectball: detectball is a

github.com/dbloisi/detectball

README.md

detectball

detectball is a software for detecting the RoboCup SPL black and white ball in images captured by NAO robots - Copyright 2017 Domenico Daniele Bloisi

detectball is part of the tutorial "How to Use OpenCV for Ball Detection" by Domenico D. Bloisi (<http://web.unibas.it/bloisi/tutorial/balldetection.html>) and it is distributed under the terms of the GNU Lesser General Public License (Lesser GPL)

Prerequisites

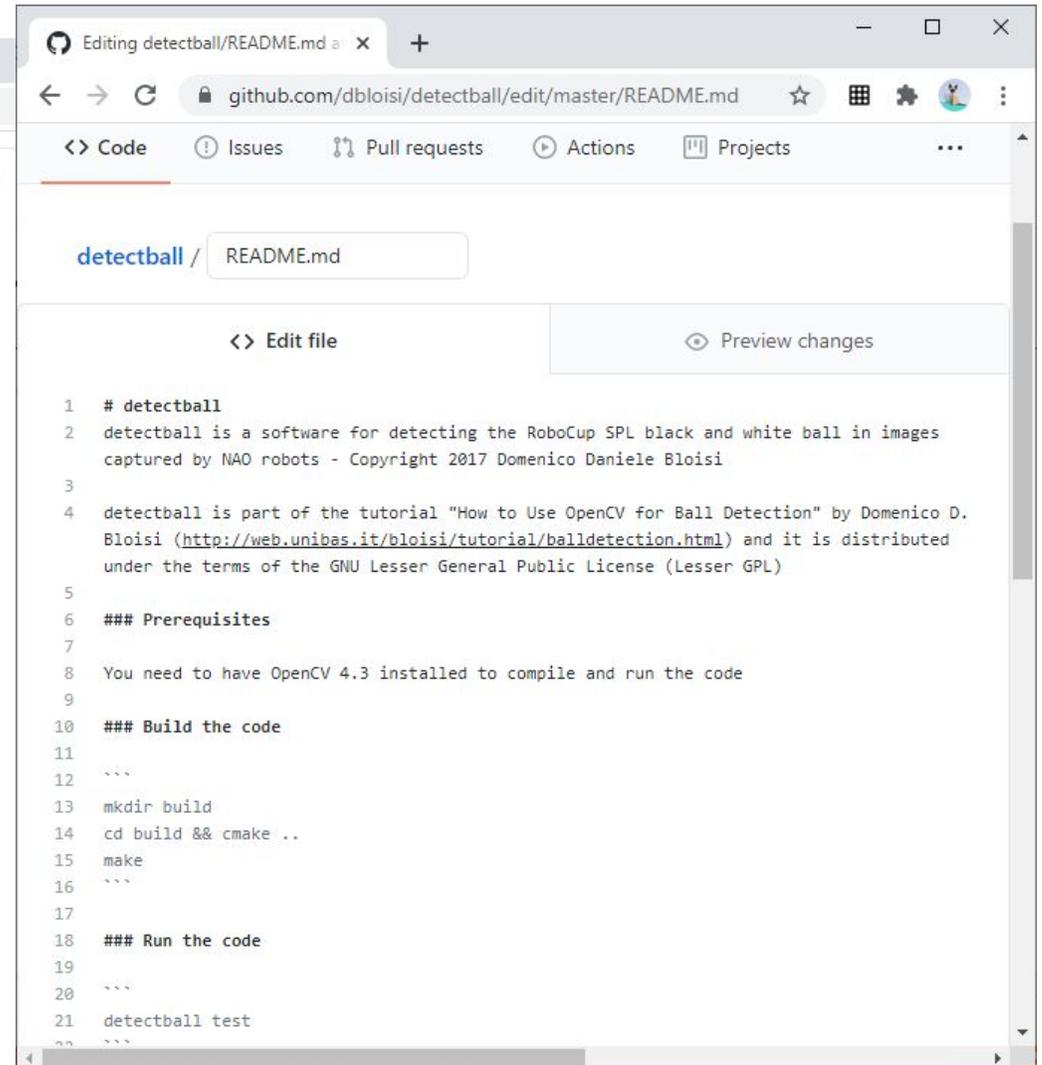
You need to have OpenCV 4.3 installed to compile and run the code

Build the code

```
mkdir build
cd build && cmake ..
make
```

Run the code

```
detectball test
```



Editing detectball/README.md

github.com/dbloisi/detectball/edit/master/README.md

<> Code ! Issues 🔗 Pull requests 🔄 Actions 📁 Projects

detectball / README.md

<> Edit file Preview changes

```
1 # detectball
2 detectball is a software for detecting the RoboCup SPL black and white ball in images
  captured by NAO robots - Copyright 2017 Domenico Daniele Bloisi
3
4 detectball is part of the tutorial "How to Use OpenCV for Ball Detection" by Domenico D.
  Bloisi (http://web.unibas.it/bloisi/tutorial/balldetection.html) and it is distributed
  under the terms of the GNU Lesser General Public License (Lesser GPL)
5
6 ### Prerequisites
7
8 You need to have OpenCV 4.3 installed to compile and run the code
9
10 ### Build the code
11
12 ...
13 mkdir build
14 cd build && cmake ..
15 make
16 ...
17
18 ### Run the code
19
20 ...
21 detectball test
22 ...
```

Metodi di accesso

Accesso sequenziale

Accesso diretto

Metodo ad accesso
sequenziale
indicizzato

Accesso sequenziale

Il più semplice metodo d'accesso è l'**accesso sequenziale**: le informazioni del file si elaborano ordinatamente, un record dopo l'altro; questo metodo d'accesso è di gran lunga il più comune, ed è usato, per esempio, dagli editor e dai compilatori.

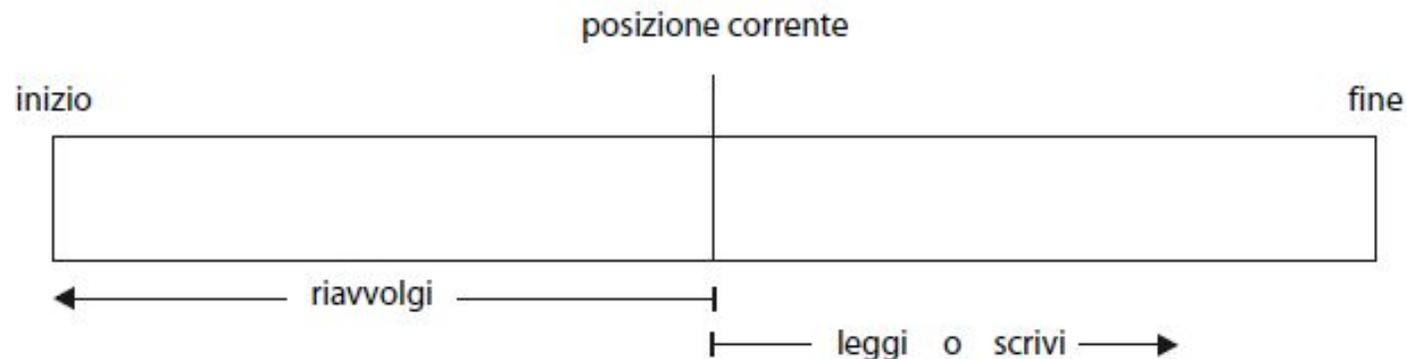


Figura 13.4 File ad accesso sequenziale.

Accesso diretto

- Nel caso dell'**accesso diretto**, un file è formato da elementi logici (**record**) di lunghezza fissa; ciò consente ai programmi di leggere e scrivere rapidamente tali elementi senza un ordine particolare.
- I **file ad accesso diretto** sono molto utili quando è necessario accedere immediatamente a grandi quantità di informazioni (ad es. in un sistema di prenotazione dei voli).

Accesso sequenziale simulato

Non tutti i sistemi operativi gestiscono ambedue i tipi di accesso: Tuttavia si può facilmente *simulare* l'accesso sequenziale a un file ad accesso diretto

Accesso sequenziale	Realizzazione nel caso di accesso diretto
<code>reset</code>	<code>cp = 0;</code>
<code>read_next()</code>	<code>read cp;</code> <code>cp = cp + 1;</code>
<code>write_next()</code>	<code>write cp;</code> <code>cp = cp + 1;</code>

Figura 13.5 Simulazione dell'accesso sequenziale a un file ad accesso diretto.

Accesso sequenziale indicizzato

L'**indice** (*index*) contiene *puntatori* ai vari blocchi; per trovare un elemento del file occorre prima cercare nell'indice, e quindi usare il *puntatore* per accedere direttamente al file e trovare l'elemento desiderato.

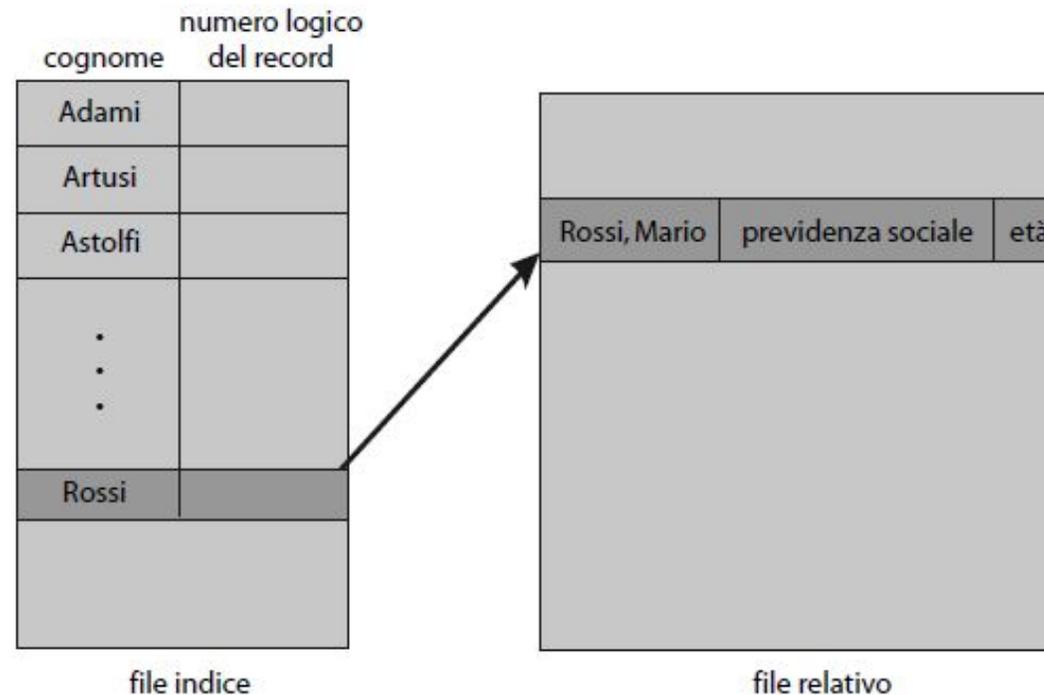


Figura 13.6 Esempio di indice e relativi file.

Directory

La directory è una sorta di **tabella di simboli** che viene impiegata per tradurre i nomi dei file negli elementi in essa contenuti.

```
training_demo/  
├── annotations/  
├── exported-models/  
├── images/  
│   ├── test/  
│   │   ├── 0.png  
│   │   └── train/  
│   │       └── 234.png  
├── models/  
├── pre-trained-models/  
└── README.md
```

Operazioni sulle Directory

Operazioni che si possono eseguire su una **directory**

Ricerca
di un file

Creazione
di un file

Cancellazione
di un file

Elencazione
di una directory

Ridenominazione
di un file

Attraversamento
del file system

Directory a un livello

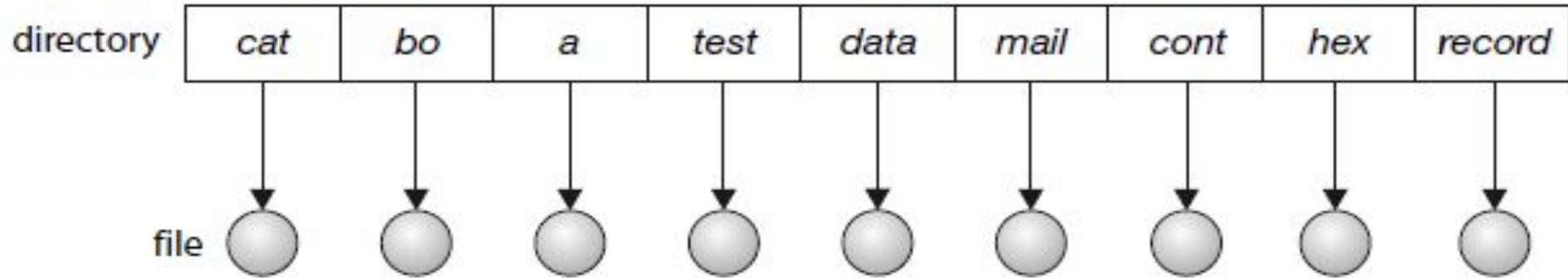


Figura 13.7 Directory a livello singolo.

Directory a due livelli

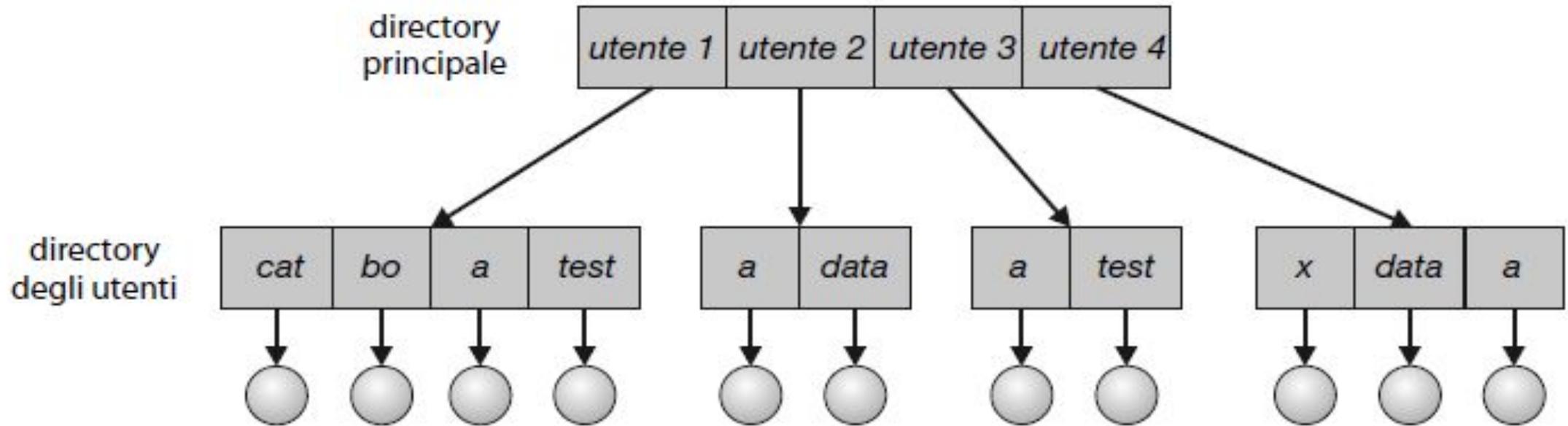


Figura 13.8 Struttura della directory a due livelli.

Directory con struttura ad albero

Questo tipo di struttura permette a un utente di creare sottodirectory in cui organizzare i file

Directory con struttura a grafo aciclico

Le strutture delle **directory a grafo aciclico** permettono la condivisione di sottodirectory e file, ma complicano le funzioni di ricerca e cancellazione.

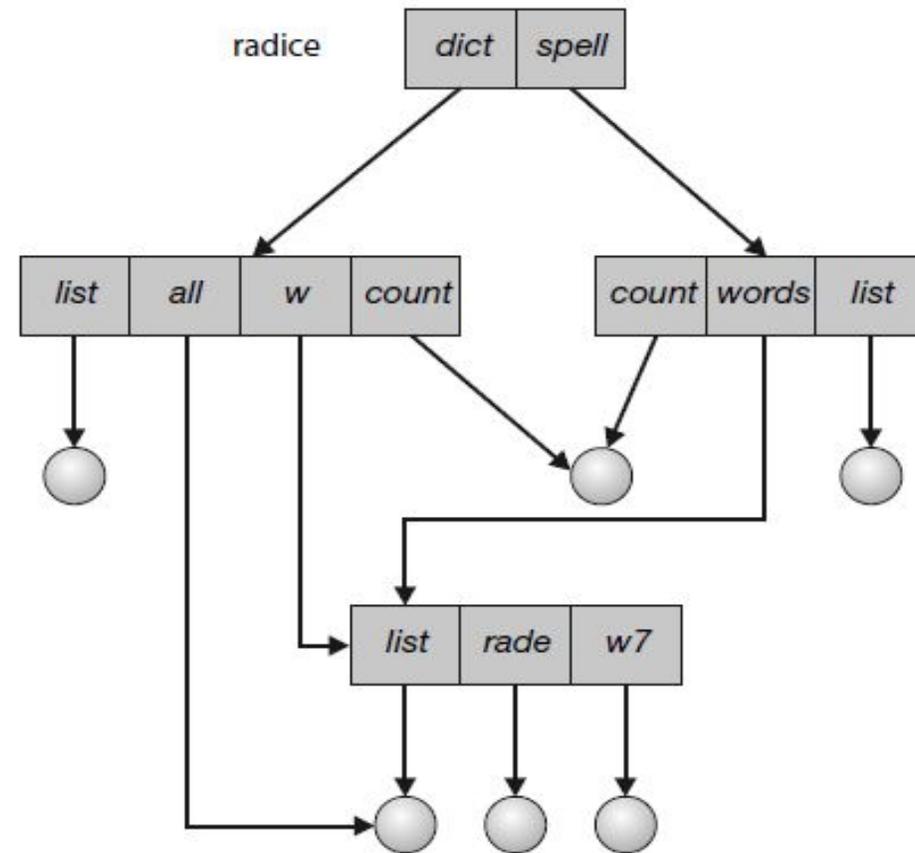


Figura 13.10 Struttura della directory a grafo aciclico.

Directory con struttura a grafo generale

Una **struttura a grafo generale** permette la massima flessibilità nella condivisione dei file e delle directory, ma talvolta richiede operazioni di “ripulitura” (*garbage collection*) per recuperare lo spazio inutilizzato nei dischi

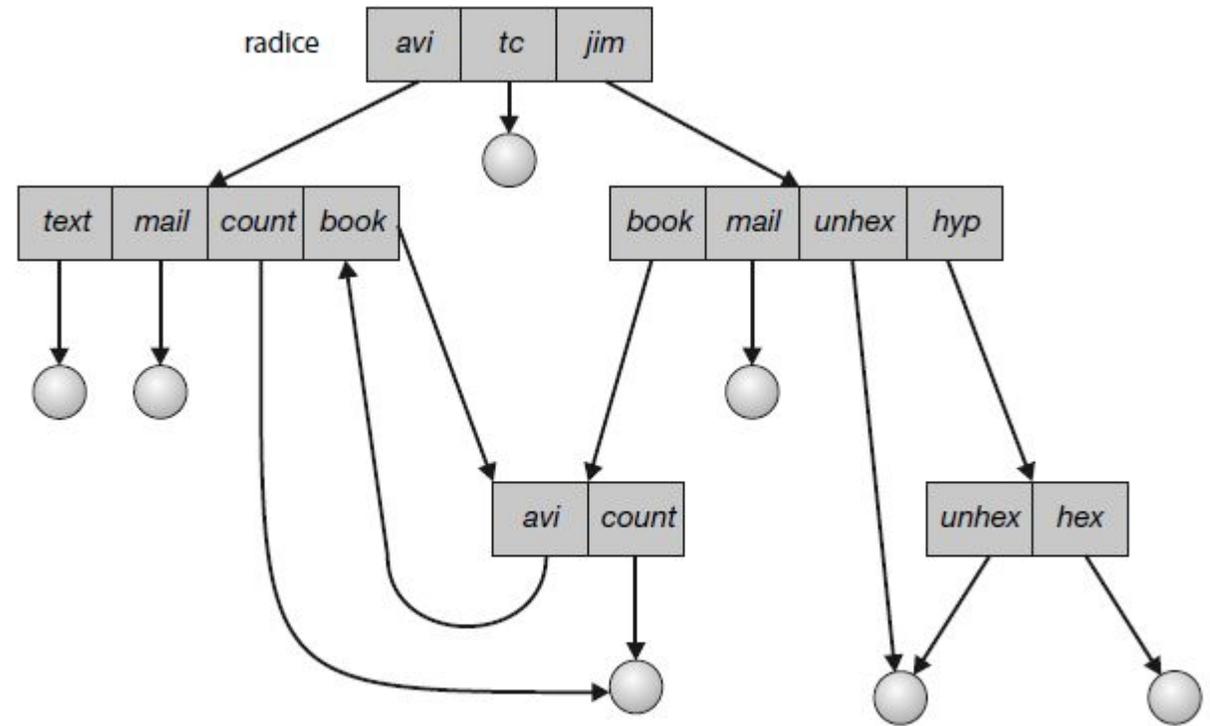


Figura 13.11 Directory a grafo generale.

Protezione

- Le informazioni contenute in un sistema elaborativo devono essere protette dai danni fisici (la questione della *affidabilità*) e da accessi impropri (la questione della *protezione*).
- La necessità di proteggere i file deriva direttamente dalla possibilità di accedervi → **accesso controllato**

Tipi di accesso

Lettura

Scrittura

Esecuzione

Aggiunta

Cancellazione

Elencazione

Controllo degli accessi

Nella **lista di controllo degli accessi** (*access-control list, ACL*) sono specificati i nomi degli utenti e i relativi tipi di accesso consentiti

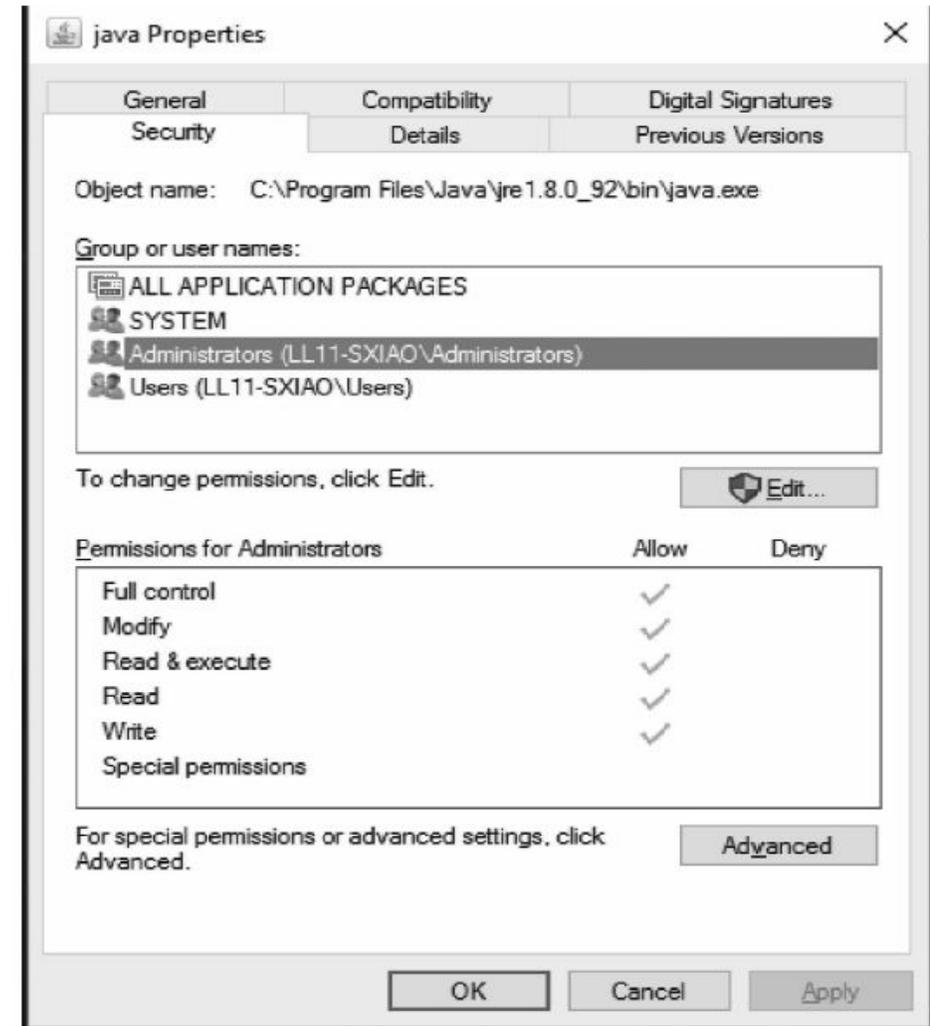


Figura 13.12 Gestione della lista di controllo degli accessi in Windows 10.

File mappati in memoria

In alternativa alla lettura sequenziale di un file sul disco possiamo avvalerci delle **tecniche di memoria virtuale** per trattare l'I/O dei file come l'accesso ordinario alla memoria

↓
mappatura dei file in memoria

↓
una parte dello spazio degli indirizzi virtuali può essere associata logicamente al file

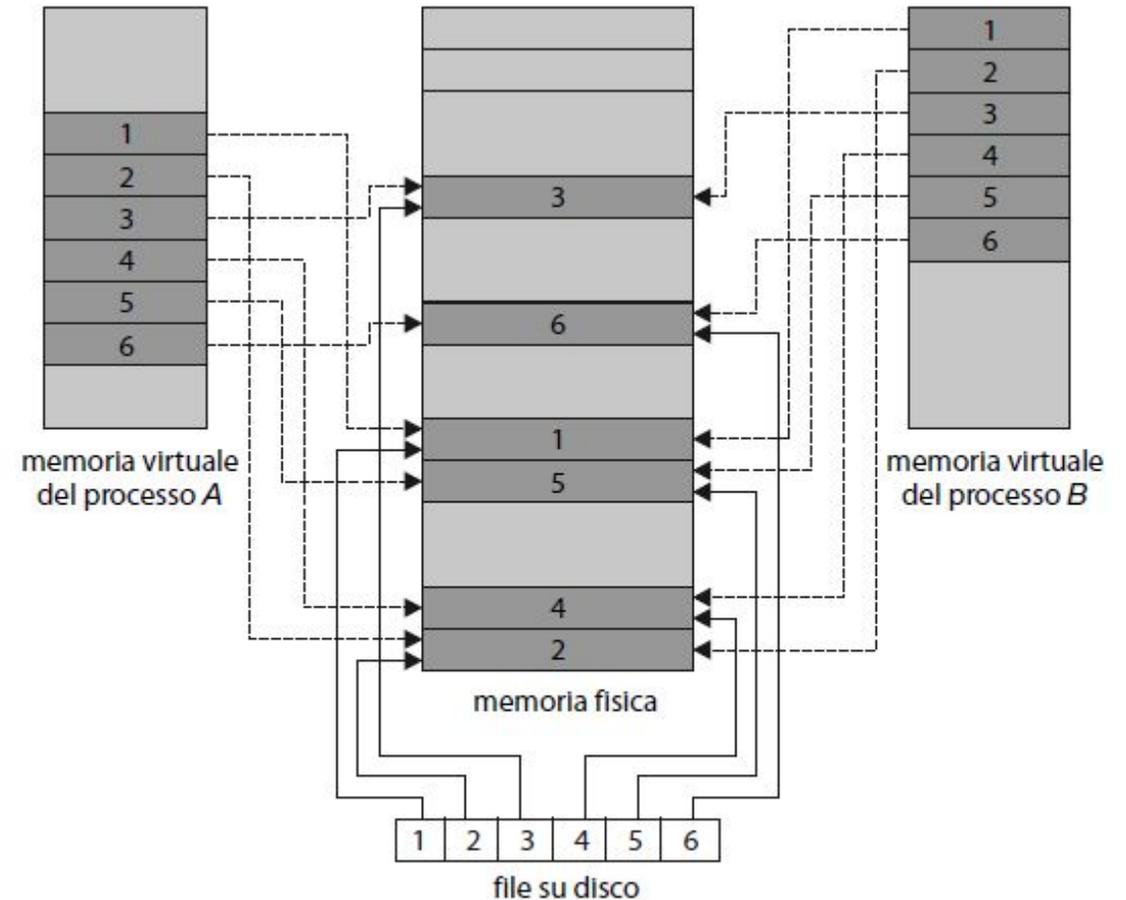


Figura 13.13 File mappati in memoria.

File mappati in memoria

Spesso la memoria condivisa viene implementata utilizzando i **file mappati in memoria**. La **comunicazione fra processi** si ottiene in questi casi mappando in memoria uno stesso file negli spazi degli indirizzi virtuali dei processi coinvolti. Il file mappato in memoria funge da **area di memoria condivisa tra i processi comunicanti** (Figura 13.14)

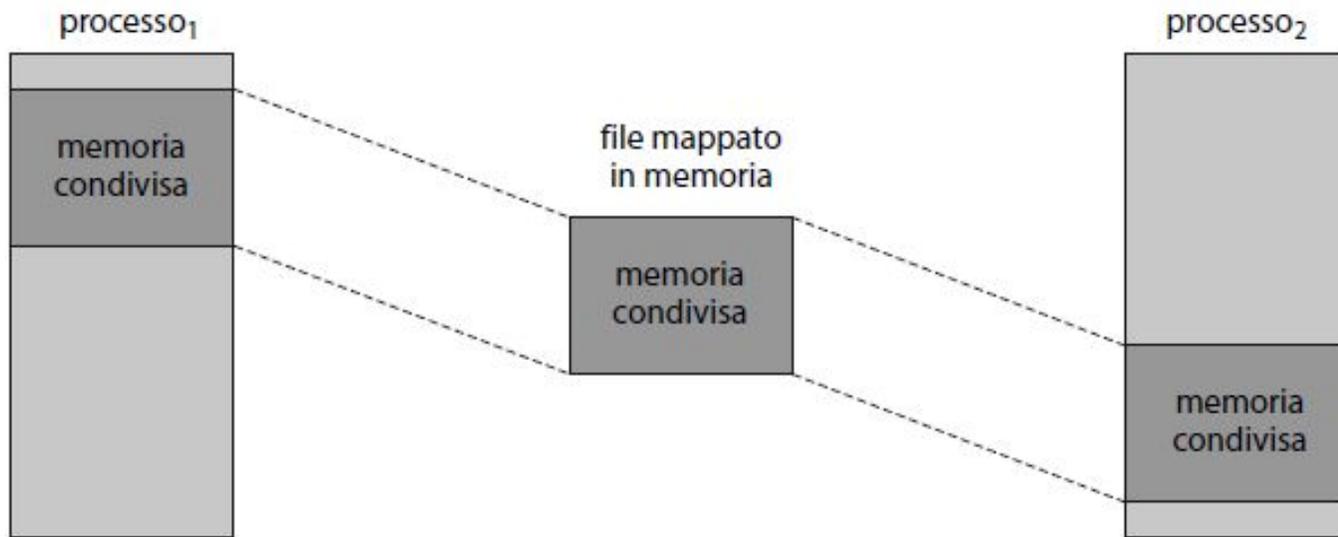


Figura 13.14 Condivisione della memoria tramite I/O mappato in memoria.

Memoria condivisa in Windows

Il **processo produttore** crea dapprima un oggetto di memoria condiviso, sfruttando le funzionalità per la **mappatura di memoria** disponibili nella API Windows. Il produttore scrive quindi un messaggio nella memoria condivisa.

Il **processo consumatore** in seguito (Figura 13.16) crea a sua volta una mappatura del file, e legge il messaggio scritto dal produttore.

Inizio listato Figura 13.15.

```
#include <windows.h>
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{

    HANDLE hFile, hMapFile;
    LPVOID lpMapAddress;

    hFile = CreateFile("temp.txt", /* nome del file */
        GENERIC_READ | GENERIC_WRITE, /* accesso R/W */
        0, /* nessuna condivisione del file*/
        NULL, /* sicurezza di default */
        OPEN_ALWAYS, /* apre il file (nuovo o esistente) */
        FILE_ATTRIBUTE_NORMAL, /* attributi del file ordinari */
        NULL); /* niente template del file*/
```

Memoria condivisa in Windows - producer

Completamento listato Figura 13.15.

```
hMapFile = CreateFileMapping(hFile, /* riferimento al file */
    NULL, /* sicurezza di default */
    PAGE_READWRITE, /* accesso R/W alle pagine mappate */
    0, /* mappa l'intero file */
    0,
    TEXT("OggettoCondiviso")); /* oggetto condiviso con nome */

lpMapAddress = MapViewOfFile(hMapFile, /* riferimento al file */
    FILE_MAP_ALL_ACCESS, /* accesso R/W */
    0, /* vista dell'intero file */
    0,
    0);
/* scrive nella memoria condivisa */
sprintf(lpMapAddress, " Messaggio nella memoria condivisa ");

UnmapViewOfFile(lpMapAddress);
CloseHandle(hFile);
CloseHandle(hMapFile);

}
```

Figura 13.15 Produttore che scrive nella memoria condivisa tramite la API Windows.

Memoria condivisa in Windows - producer

The screenshot displays the Microsoft Visual Studio IDE. The main window shows the source code for 'producer.c' with the following content:

```
11  /*
12
13  #include <windows.h>
14  #include <stdio.h>
15
16  int main(int argc, char *argv[])
17  {
18  HANDLE hFile, hMapFile;
19  LPVOID mapAddress;
20
21  // first create/open the file
22  hFile = CreateFile("temp.txt",
23                  GENERIC_READ | GENERIC_WRITE,
24                  0,
25                  NULL,
26                  OPEN_ALWAYS,
27                  FILE_ATTRIBUTE_NORMAL,
28                  NULL);
29
30  if (hFile == INVALID_HANDLE_VALUE) {
31      fprintf(stderr, "Could not open file temp.txt (%d).\n", GetLastError());
32      return -1;
33  }
```

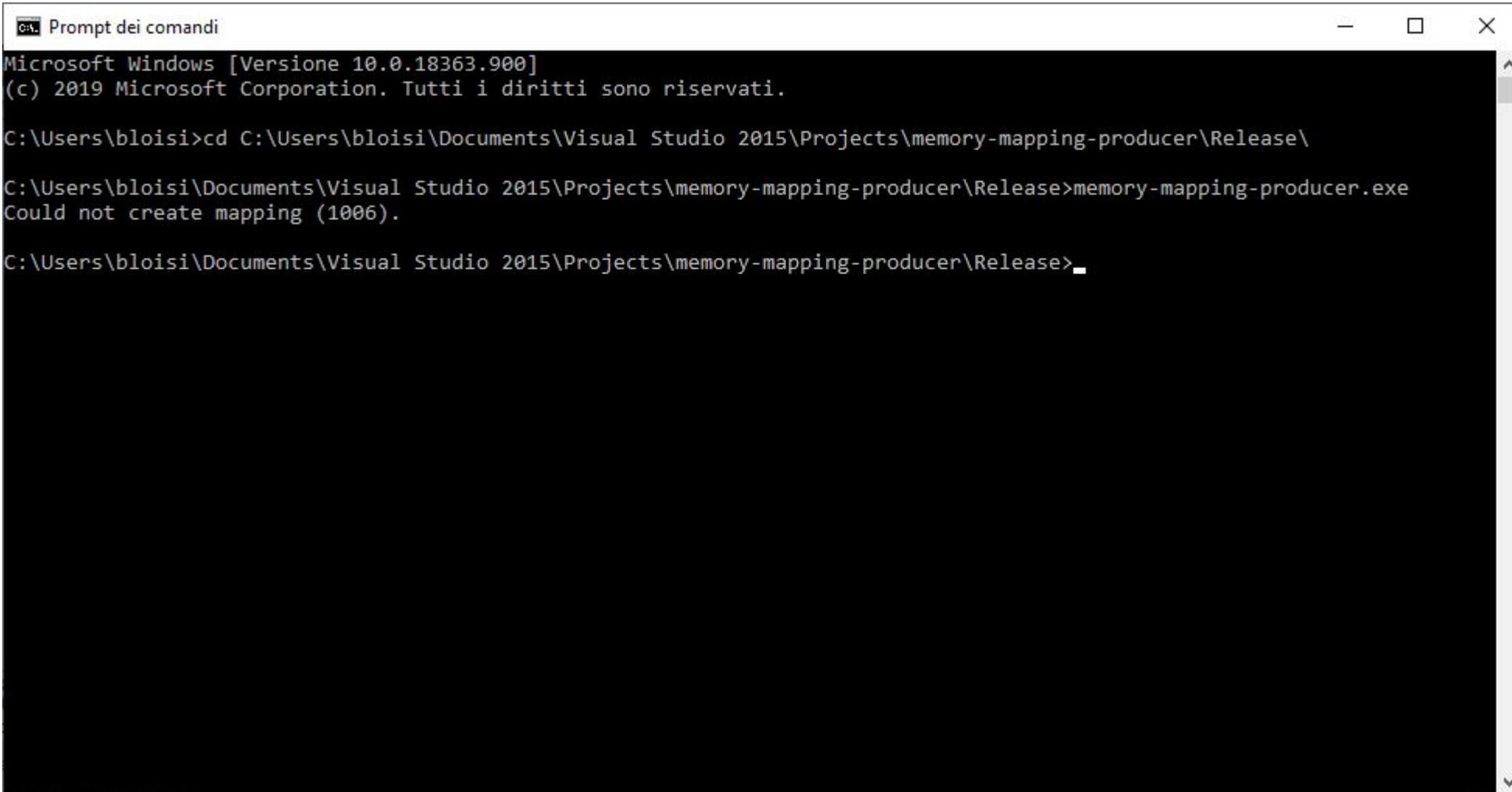
The Solution Explorer on the right shows the project structure for 'memory-mapping-producer' (1 progetto), including folders for references, external dependencies, source files, and resources. The 'File di origine' folder contains 'producer.c'.

The Output window at the bottom shows the compilation results:

```
1> 0 functions were new in current compilation
1> 0 functions had inline decision re-evaluated but remain unchanged
1> Generazione codice terminata
1> memory-mapping-producer.vcxproj -> C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-producer\Release\memory-map
1> memory-mapping-producer.vcxproj -> C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-producer\Release\memory-map
===== Compilazione: 1 completate, 0 non riuscite, 0 aggiornate, 0 ignorate =====
```

The status bar at the bottom indicates 'Compilazione completata'.

Memoria condivisa in Windows - producer



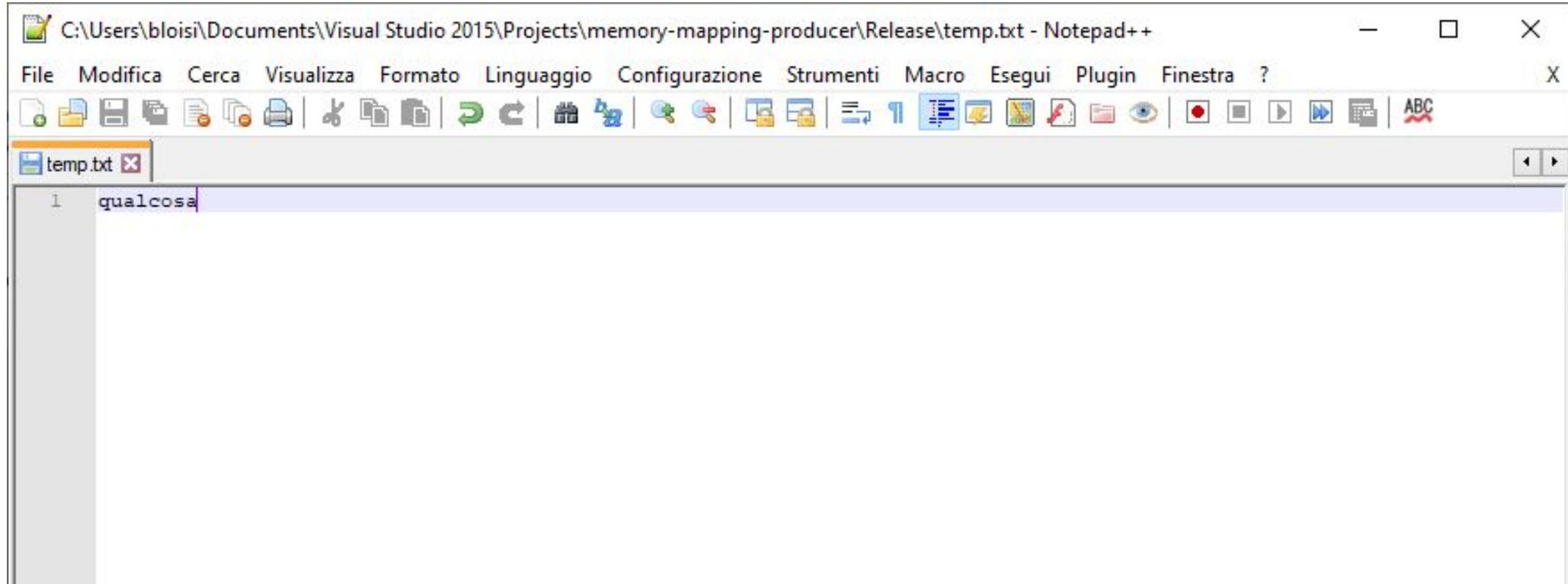
```
CA Prompt dei comandi
Microsoft Windows [Versione 10.0.18363.900]
(c) 2019 Microsoft Corporation. Tutti i diritti sono riservati.

C:\Users\bloisi>cd C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-producer\Release\

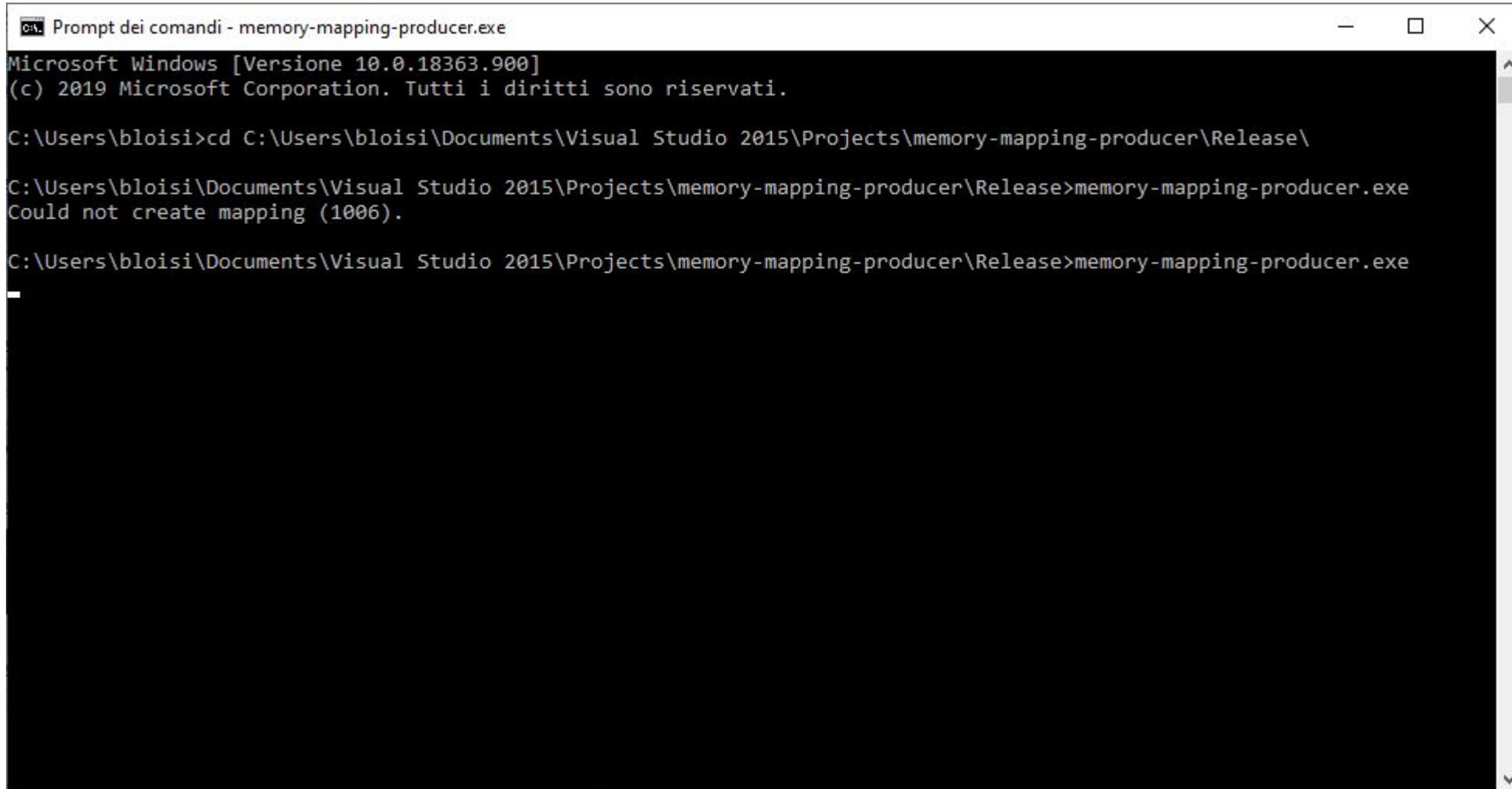
C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-producer\Release>memory-mapping-producer.exe
Could not create mapping (1006).

C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-producer\Release>_
```

Memoria condivisa in Windows - producer



Memoria condivisa in Windows - producer



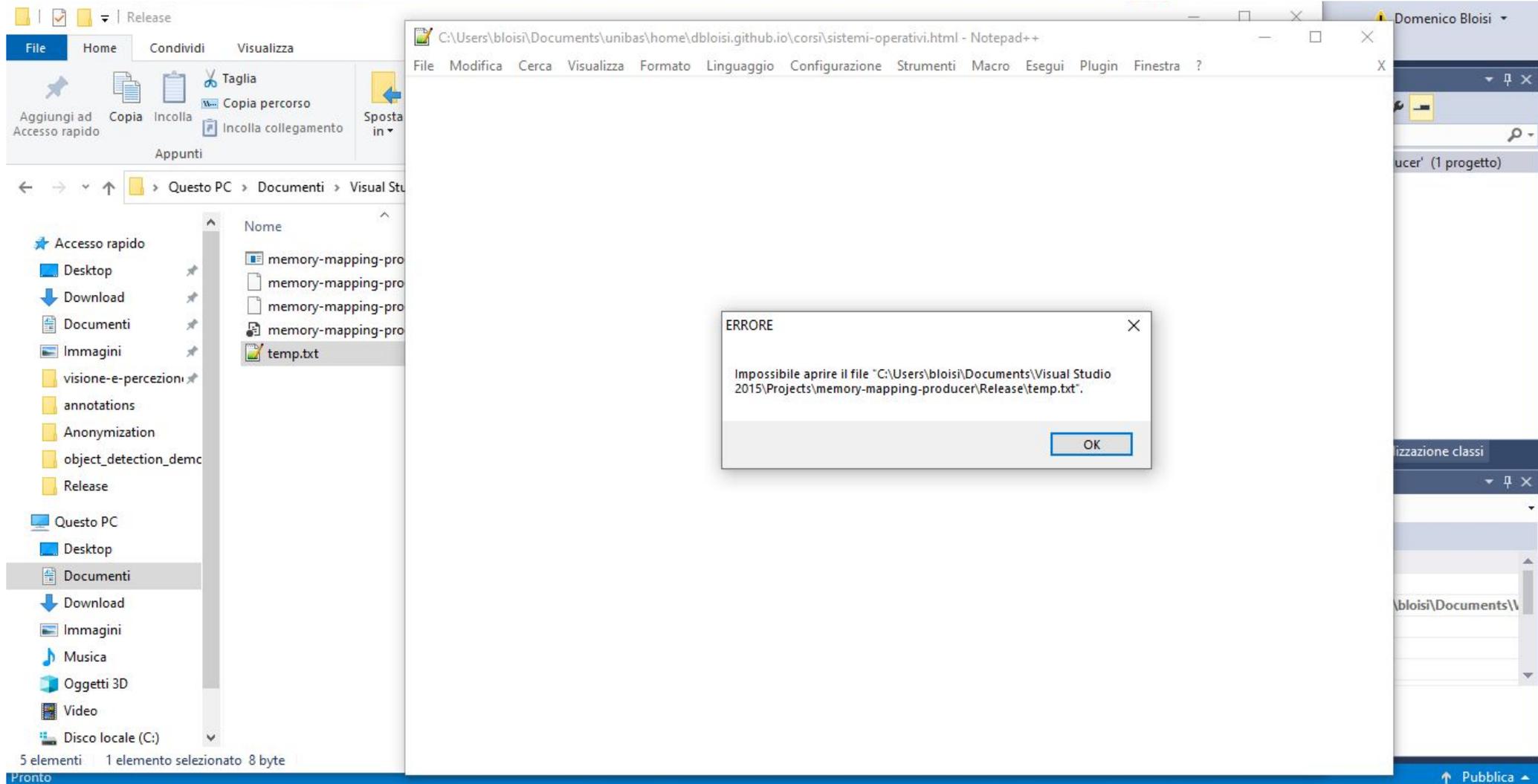
```
Prompt dei comandi - memory-mapping-producer.exe
Microsoft Windows [Versione 10.0.18363.900]
(c) 2019 Microsoft Corporation. Tutti i diritti sono riservati.

C:\Users\bloisi>cd C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-producer\Release\

C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-producer\Release>memory-mapping-producer.exe
Could not create mapping (1006).

C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-producer\Release>memory-mapping-producer.exe
-
```

Memoria condivisa in Windows - producer



Memoria condivisa in Windows - consumer

```
#include <windows.h>
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    HANDLE hMapFile;
    LPVOID lpMapAddress;

    hMapFile = OpenFileMapping(FILE_MAP_ALL_ACCESS, /* R/W */
        FALSE, /* nessuna ereditarietà */
        TEXT("OggettoCondiviso")); /* nome del file mappato */

    lpMapAddress = MapViewOfFile(hMapFile, /*riferimento al file */
        FILE_MAP_ALL_ACCESS, /* accesso in lettura/scrittura */
        0, /* vista dell'intero file */
        0,
        0);

    /* lettura dalla memoria condivisa */
    printf("Messaggio letto: %s", lpMapAddress);

    UnmapViewOfFile(lpMapAddress);
    CloseHandle(hMapFile);
}
```

Figura 13.16 Consumatore che legge dalla memoria condivisa tramite la API Windows.

Memoria condivisa in Windows - consumer

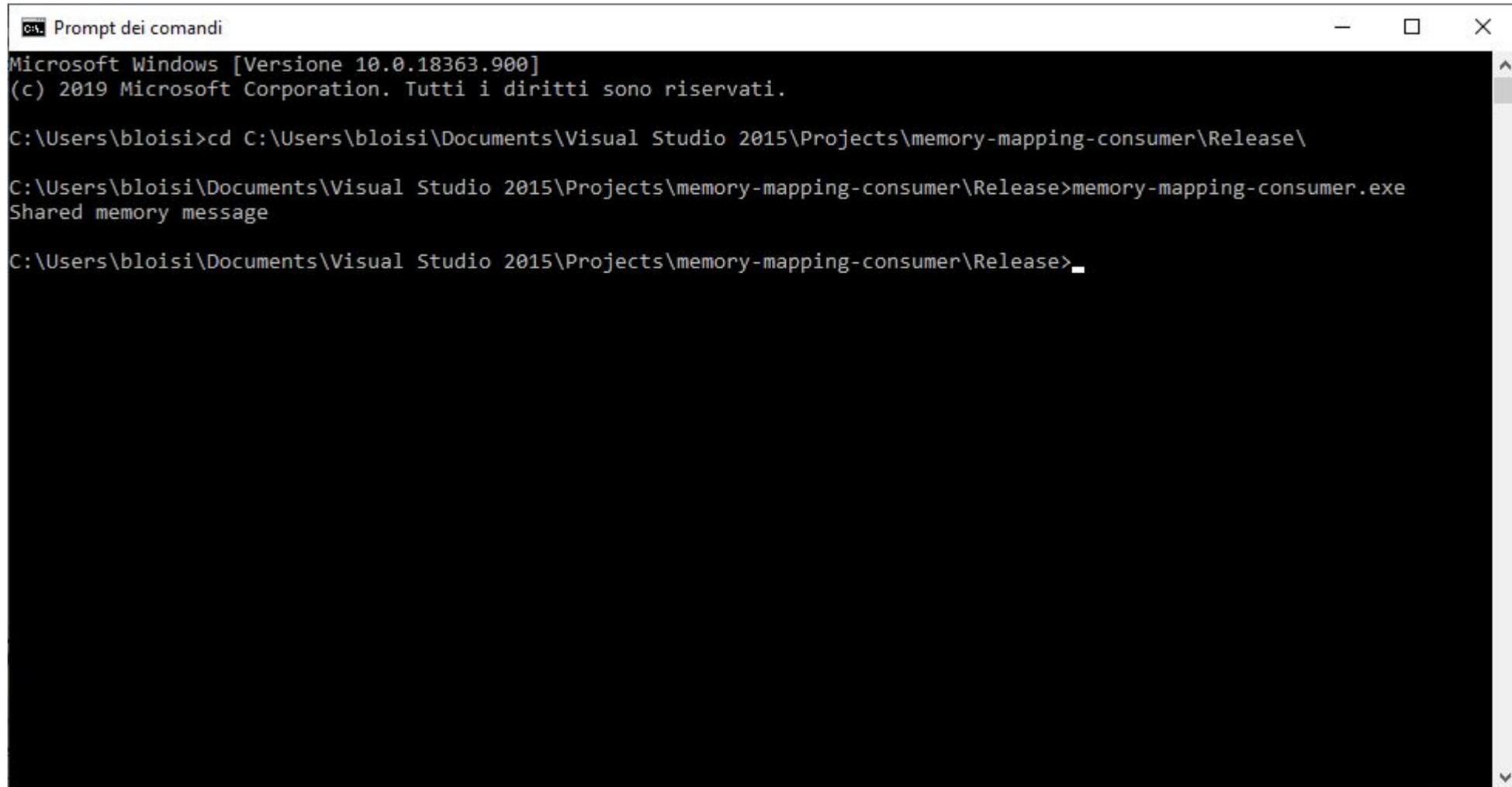
The screenshot displays the Microsoft Visual Studio IDE with the following components:

- Code Editor:** Shows the source file `consumer.c` with the following content:

```
2  * Illustrate memory-mapping files in Windows
3  *
4  * Consumer code.
5  *
6  * Figure 13.16
7  *
8  * @author Gagne, Galvin, Silberschatz
9  * Operating System Concepts - Tenth Edition
10 * Copyright John Wiley & Sons - 2018.
11 */
12
13 #include <stdio.h>
14 #include <windows.h>
15
16 int main(int argc, char *argv[]) {
17     HANDLE hMapFile;
18     LPVOID lpMapAddress;
19
20     hMapFile = OpenFileMapping(FILE_MAP_ALL_ACCESS,           // read/write permission
21                             FALSE,                         // Do not inherit the name
22                             TEXT("SharedObject")); // of the mapping object.
23 }
```
- Output Window:** Shows the compilation output:

```
1> 0 functions were new in current compilation
1> 0 functions had inline decision re-evaluated but remain unchanged
1> Generazione codice terminata
1> memory-mapping-consumer.vcxproj -> C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-consumer\Release\memory-map
1> memory-mapping-consumer.vcxproj -> C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-consumer\Release\memory-map
===== Compilazione: 1 completate, 0 non riuscite, 0 aggiornate, 0 ignorate =====
```
- Solution Explorer:** Shows the project structure for 'memory-mapping-consumer' (1 progetto), including 'consumer.c'.
- Properties Window:** Currently empty.
- Status Bar:** Indicates 'Compilazione completata' (Compilation completed).

Memoria condivisa in Windows - consumer



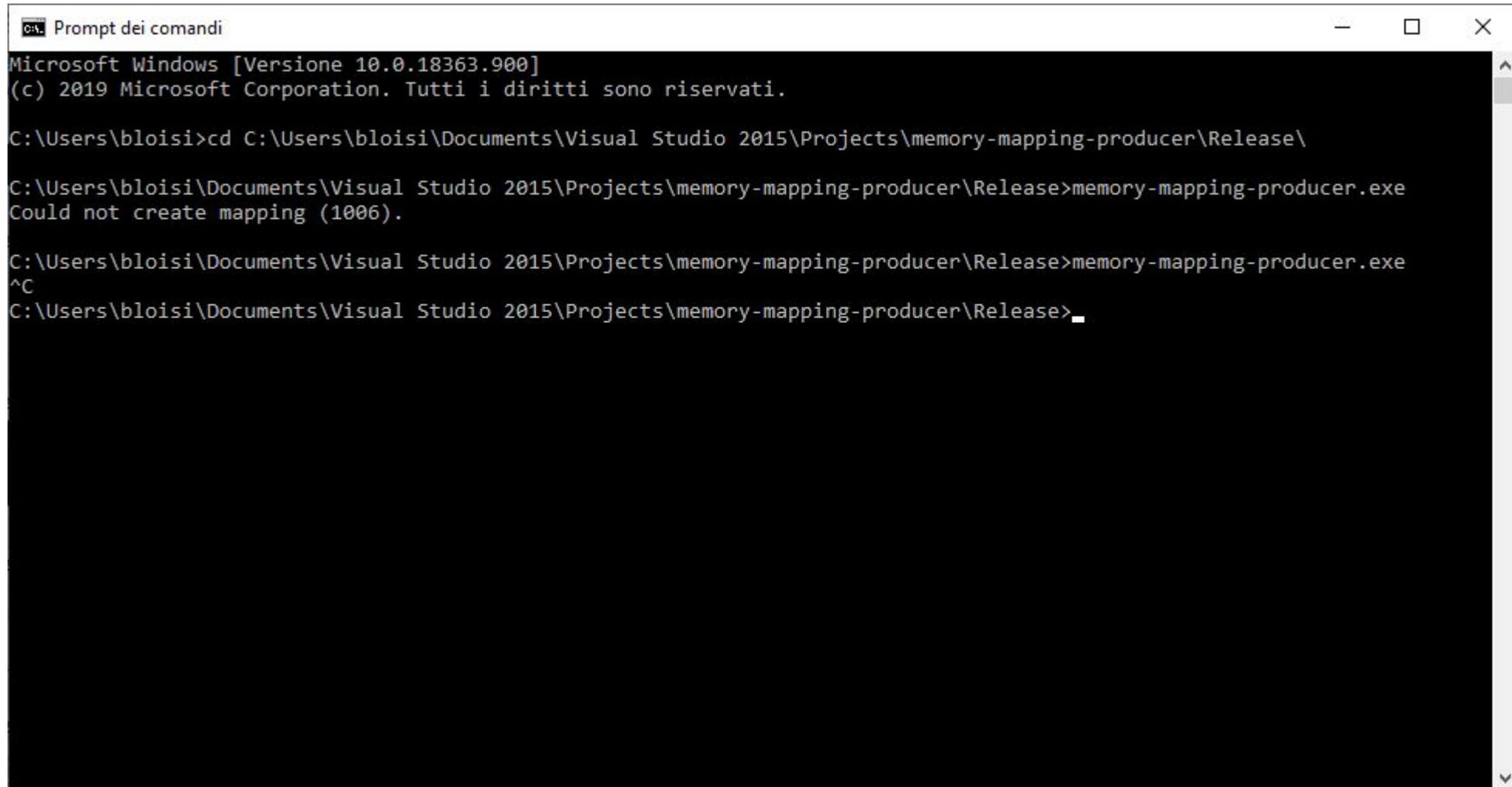
```
Microsoft Windows [Versione 10.0.18363.900]
(c) 2019 Microsoft Corporation. Tutti i diritti sono riservati.

C:\Users\bloisi>cd C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-consumer\Release\

C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-consumer\Release>memory-mapping-consumer.exe
Shared memory message

C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-consumer\Release>_
```

Memoria condivisa in Windows - producer



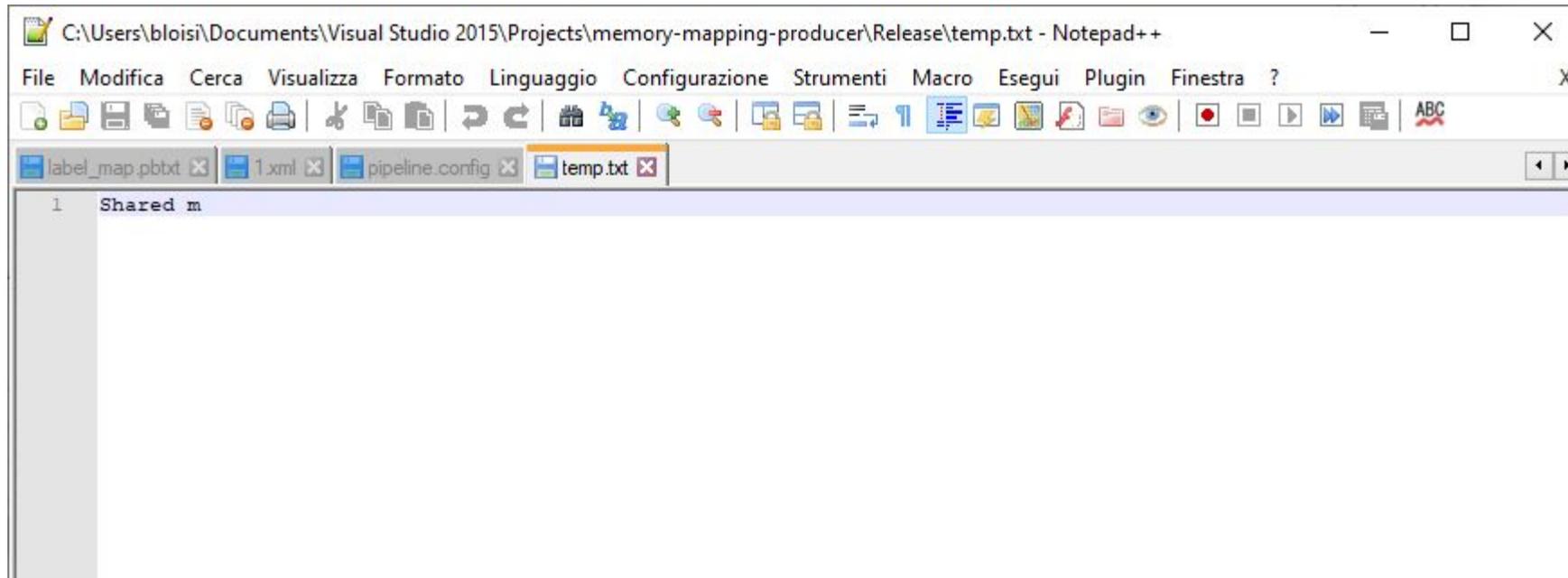
```
Microsoft Windows [Versione 10.0.18363.900]
(c) 2019 Microsoft Corporation. Tutti i diritti sono riservati.

C:\Users\bloisi>cd C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-producer\Release\

C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-producer\Release>memory-mapping-producer.exe
Could not create mapping (1006).

C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-producer\Release>memory-mapping-producer.exe
^C
C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-producer\Release>_
```

Memoria condivisa in Windows - producer



The image shows a Notepad++ window with the following details:

- Window title: C:\Users\bloisi\Documents\Visual Studio 2015\Projects\memory-mapping-producer\Release\temp.txt - Notepad++
- Menu bar: File, Modifica, Cerca, Visualizza, Formato, Linguaggio, Configurazione, Strumenti, Macro, Esegui, Plugin, Finestra, ?
- Toolbar: Standard editing and development tools.
- Tab bar: label_map.pbtxt, 1.xml, pipeline.config, temp.txt (active)
- Text content: 1 Shared m

Realizzazione del file system

- Descriveremo, per semplicità, i file system che risiedono sul più comune tipo di memoria secondaria, cioè il disco.
- Per fornire un efficiente e conveniente accesso al disco, il sistema operativo fa uso di uno o più **file system** che consentono di *memorizzare, individuare e recuperare* facilmente i dati.

Struttura del file system

Per migliorare l'efficienza dell'I/O, i trasferimenti tra memoria centrale e dischi si eseguono per **blocchi**. Ciascun blocco nel disco è composto da uno o più **settori**.

Il **file system** è generalmente composto da più **livelli** distinti

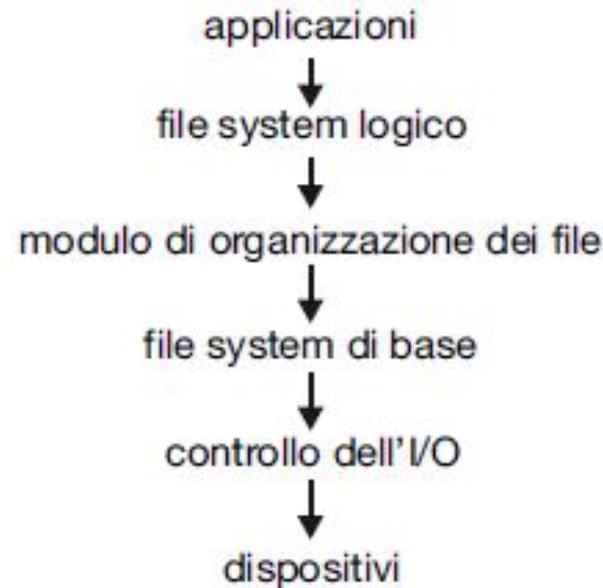


Figura 14.1 File system stratificato.

Operazioni del file system

Per realizzare un **file system** si usano diverse strutture dati, sia nei dischi sia in memoria. Queste strutture variano a seconda del sistema operativo e del file system, ma esistono dei principi generali.

Fra le strutture presenti nei dischi ci sono le seguenti:

blocco di
controllo
dell'avviamento

blocco di
controllo
del volume

struttura
della directory

blocco di
controllo del file
(FCB)

Blocco di controllo del file

Il **blocco di controllo del file (FCB)** contiene molti dettagli del relativo file. Ha un identificatore unico per poterlo associare a una voce della directory.

permessi per il file
data e ora di creazione, di ultimo accesso e di ultima scrittura
proprietario del file, gruppo, ACL
dimensione del file
blocchi di dati del file o puntatori a blocchi di dati del file

Figura 14.2 Tipica struttura di FCB (*file-control block*).

Apertura e lettura di file

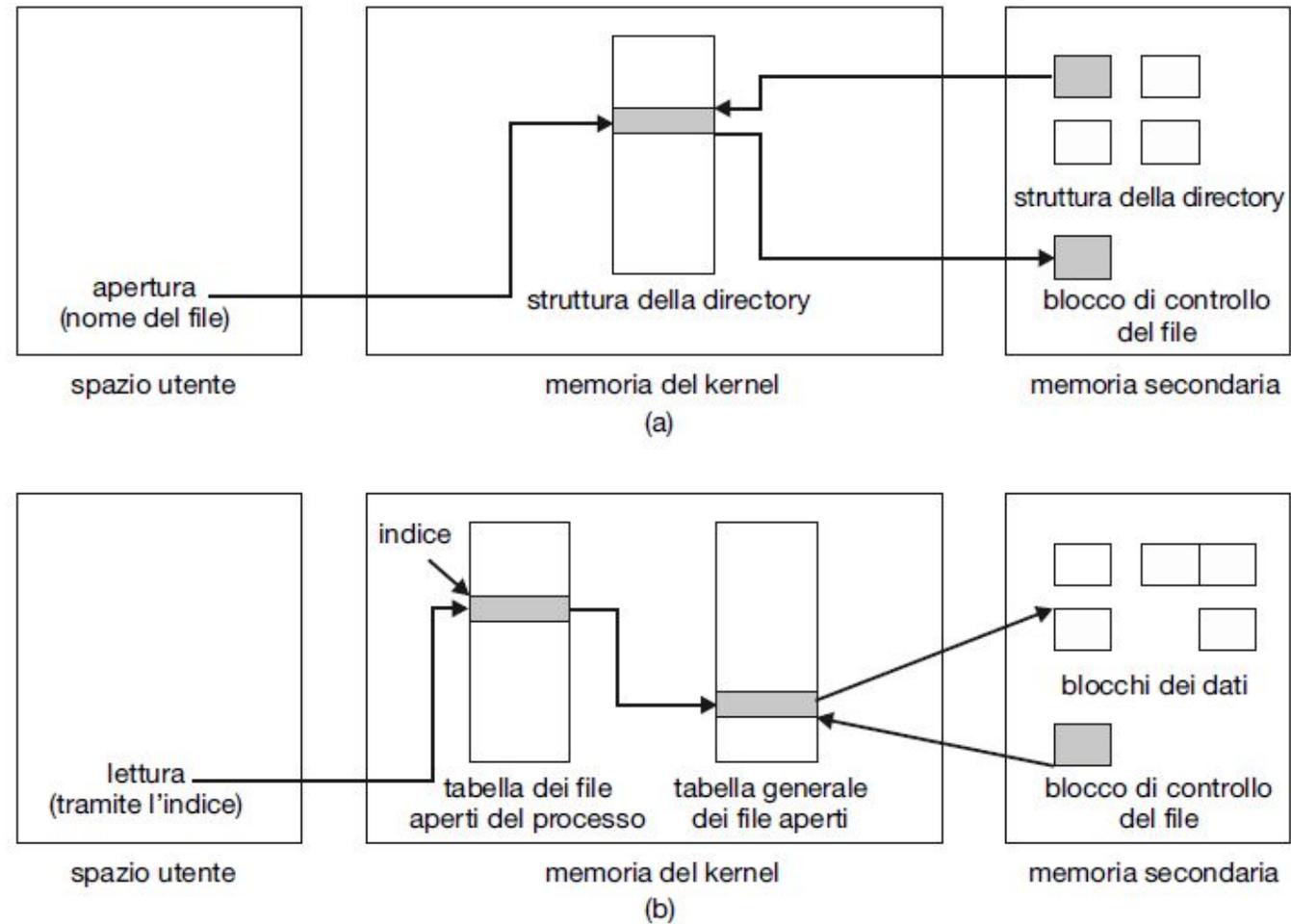


Figura 14.3 Strutture del file system che si mantengono nella memoria; (a) apertura di file; (b) lettura di file.

Realizzazione delle directory

Lista lineare

Tabella hash

Il più semplice metodo di realizzazione di una directory è basato sull'uso di una **lista lineare** contenente i nomi dei file con puntatori ai blocchi di dati.

Questo metodo è di facile programmazione, ma la sua esecuzione è onerosa in termini di tempo.

Un'altra struttura dati che si usa per realizzare le directory è la **tabella hash**, che riceve un valore calcolato a partire dal nome del file e riporta un puntatore al nome del file nella lista lineare. Offre diminuzione del tempo di ricerca nella directory, ma presenta il problema delle *collisioni*.

Metodi di allocazione

Esistono tre metodi principali per l'allocazione dello spazio di un disco:

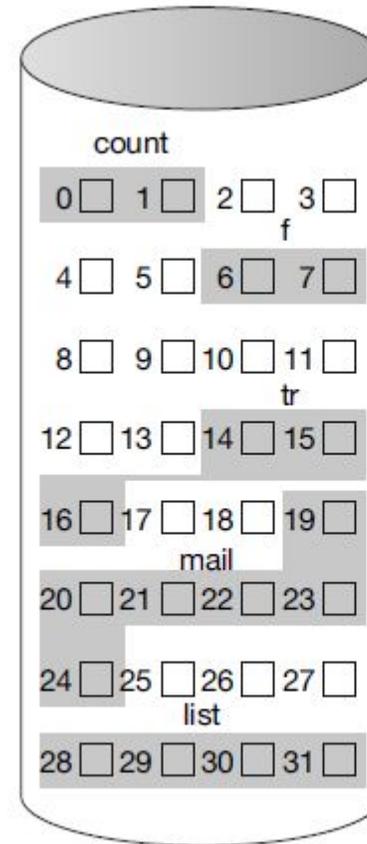
Allocazione
contigua

Allocazione
concatenata

Allocazione
indicizzata

Allocazione contigua

L'**allocazione contigua** può risentire di **frammentazione esterna**. Lo spazio contiguo si può allargare attraverso delle estensioni allo scopo di aumentare la flessibilità e ridurre la **frammentazione esterna**.



directory		
file	blocco iniziale	lunghezza
count	0	2
tr	14	3
mail	19	6
list	28	4
f	6	2

Figura 14.4 Allocazione contigua dello spazio dei dischi.

Allocazione concatenata

L'accesso diretto ai file è molto inefficiente con **l'allocazione concatenata**

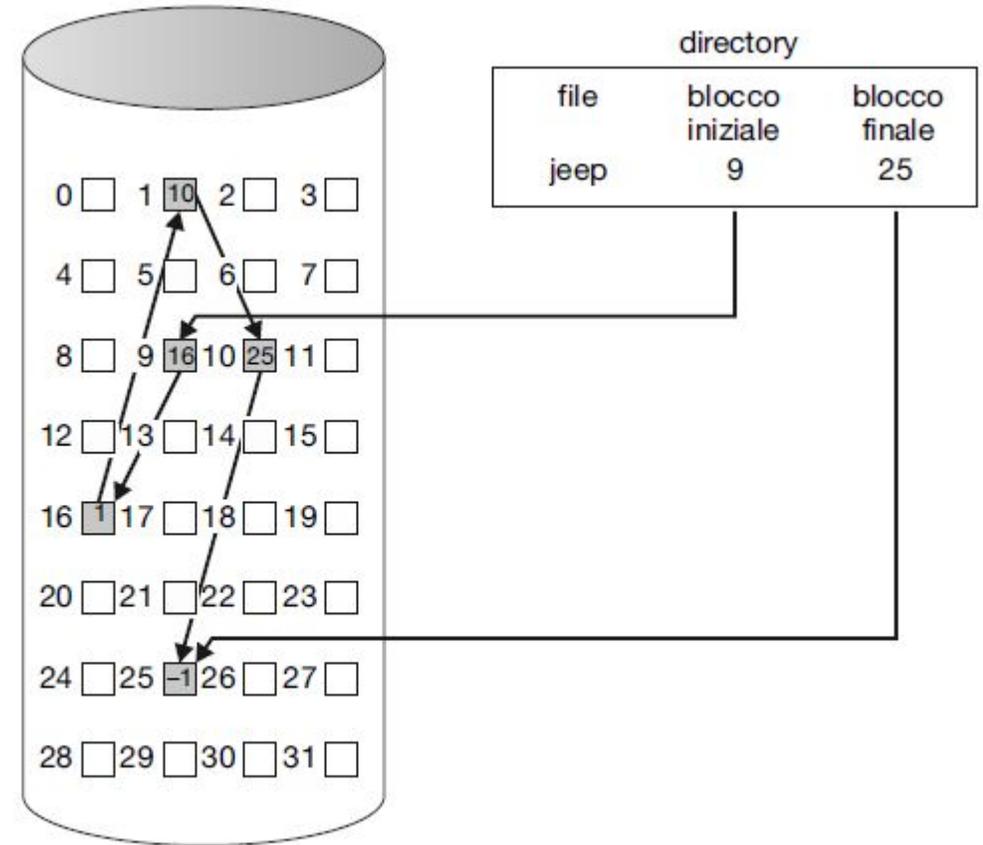


Figura 14.5 Allocazione concatenata dello spazio dei dischi.

Allocazione concatenata

Una variante importante del metodo di allocazione concatenata consiste nell'uso della **tabella di allocazione dei file** (*file allocation table, FAT*).

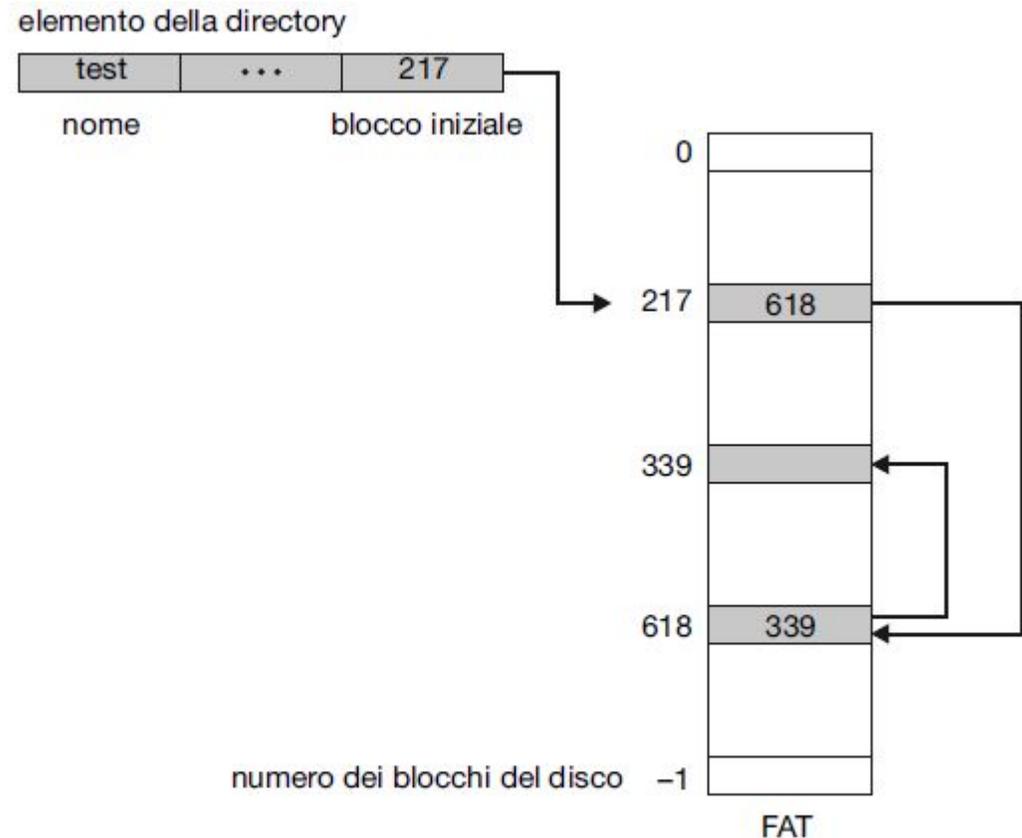


Figura 14.6 Tabella di allocazione dei file.

Allocazione indicizzata

L'**allocazione indicizzata** può richiedere un notevole overhead per il proprio **blocco indice**. L'allocazione indicizzata si può realizzare in **cluster** per incrementare il throughput e ridurre il numero di elementi dell'indice necessari. L'**indicizzazione in cluster** di grandi dimensioni è simile all'**allocazione contigua con estensioni**.

L'**allocazione indicizzata** raggruppa tutti i puntatori in una sola locazione: il **blocco indice**.

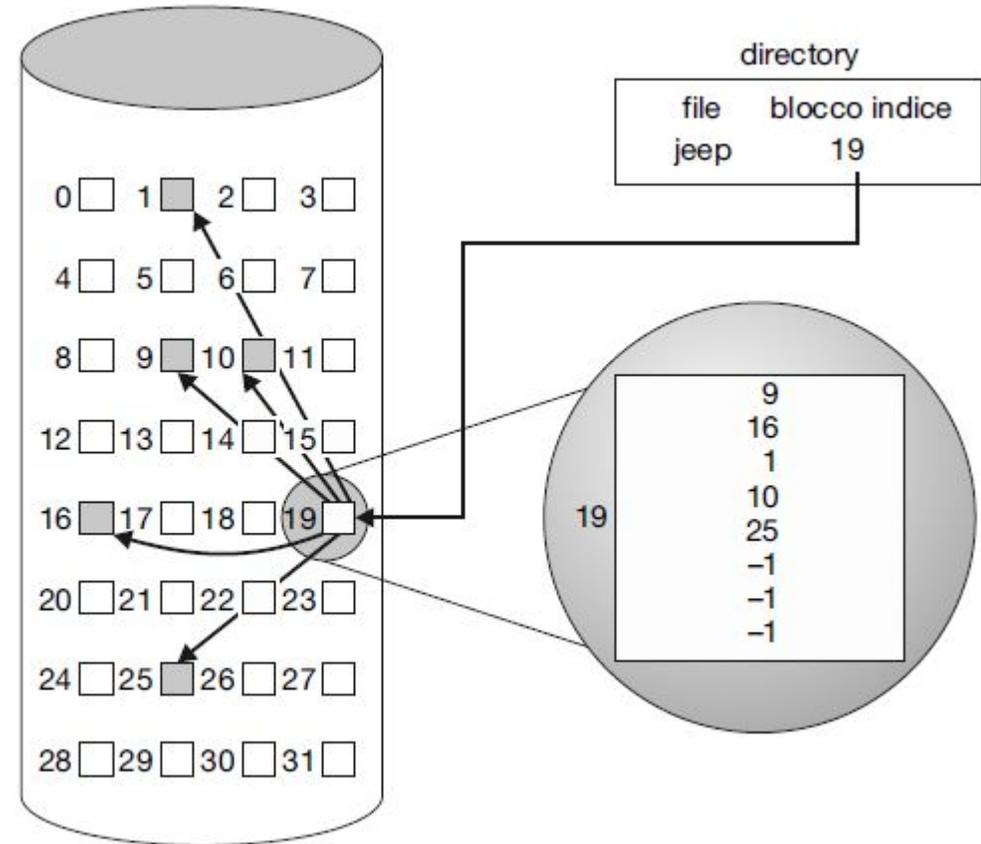


Figura 14.7 Allocazione indicizzata dello spazio dei dischi.

iNode

Fra i possibili meccanismi per gestire la questione della dimensione del **blocco indice** vi è il così detto **schema combinato** utilizzato nei sistemi basati su UNIX.

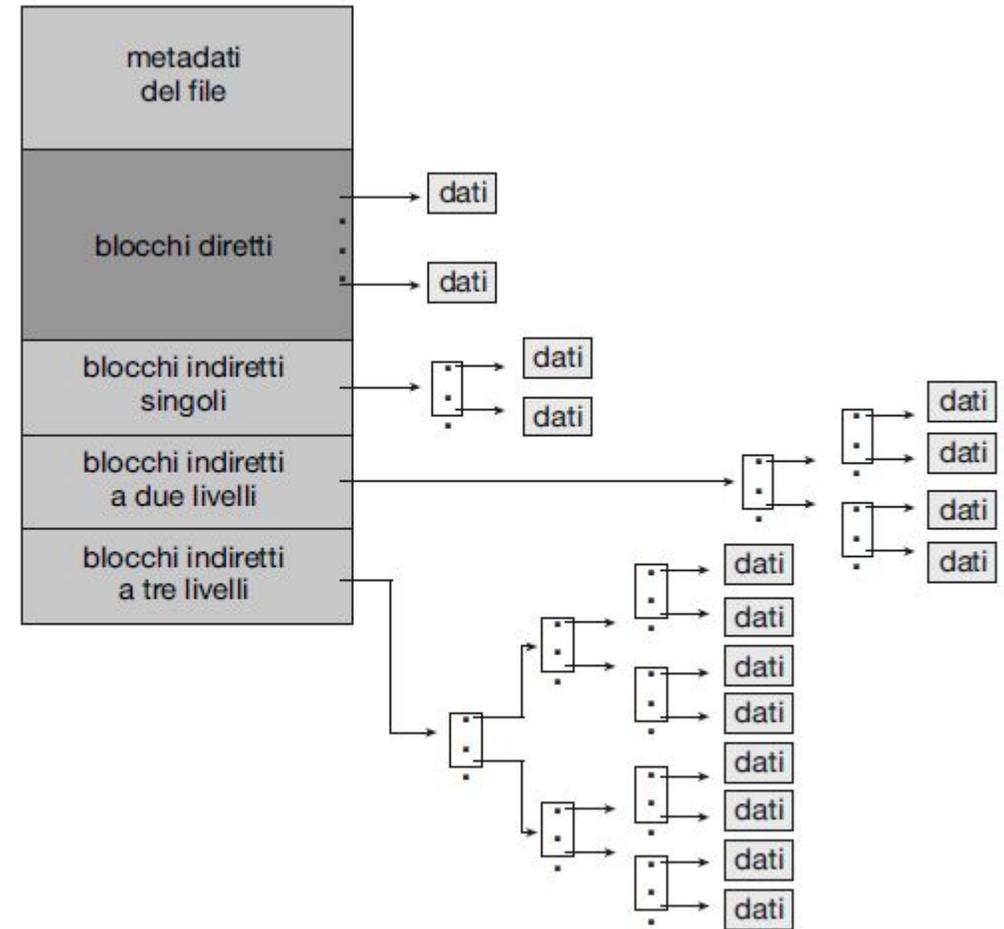


Figura 14.8 Inode di UNIX.

Gestione dello spazio libero

Per tener traccia dello **spazio libero** in un disco, il sistema conserva una **lista dello spazio libero**.

Metodi di allocazione dello spazio libero:

Vettori di bit

Liste concatenate

Ottimizzazioni:

Raggruppamento

Conteggio

FAT (colloca la lista concatenata in una singola area contigua)

Gestione dello spazio libero

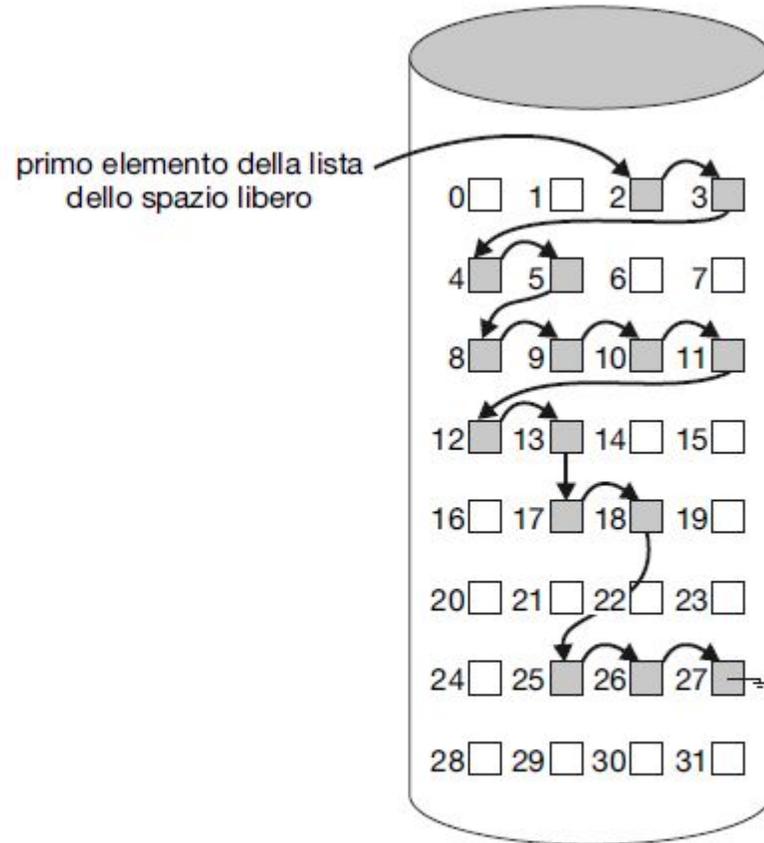


Figura 14.9 Lista concatenata degli spazi liberi su disco.

Efficienza e prestazioni

- Le procedure di gestione delle directory devono tener conto dell'**efficienza**, delle **prestazioni** e dell'**affidabilità**.
- **Buffer cache**: sezione separata della memoria centrale dove tenere i blocchi in previsione di un loro riutilizzo entro breve tempo.

Memory-mapping: prevede la lettura dei blocchi di disco dal file system e la loro memorizzazione nella **buffer cache**

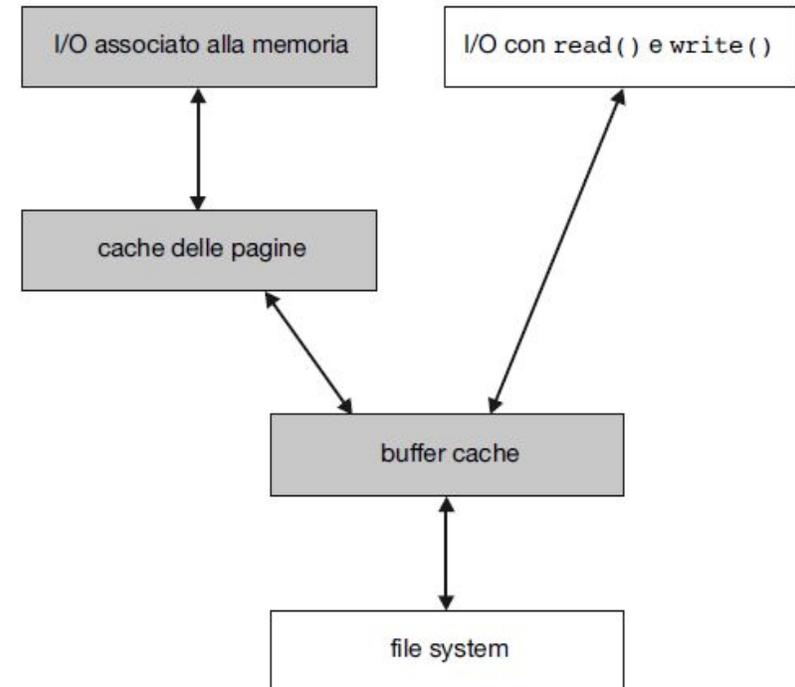


Figura 14.10 I/O senza una buffer cache unificata.

Buffer cache unificata

Con una **buffer cache unificata**, sia il memory-mapping sia le chiamate di sistema `read()` e `write()` usano la stessa cache delle pagine, con il vantaggio di evitare *// double caching* e di permettere al sistema di memoria virtuale di gestire dati del file system.

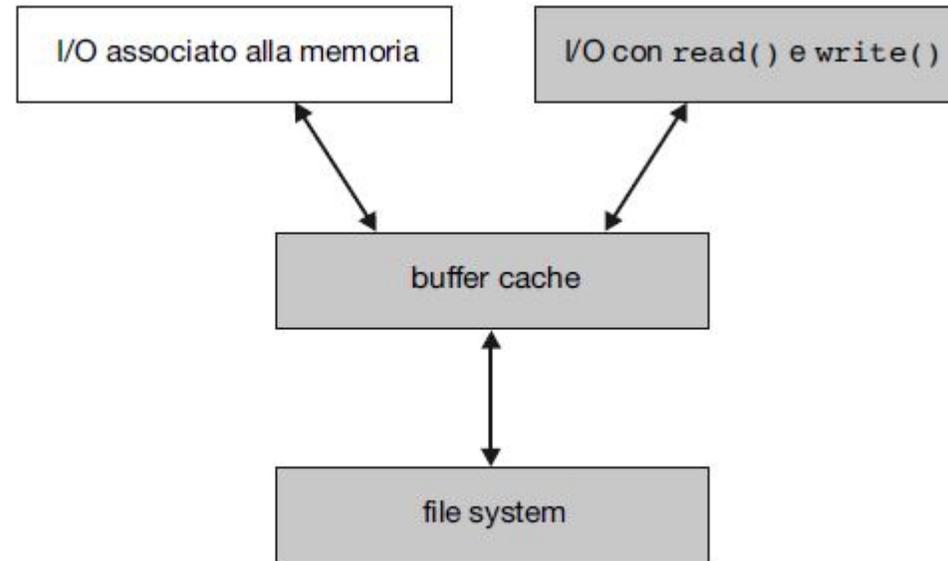


Figura 14.11 I/O con una buffer cache unificata.

Ripristino – verifica della coerenza

- Il **verificatore della coerenza** – un programma di sistema come fsck in UNIX – confronta i dati delle directory con i blocchi dati dei dischi, tentando di correggere ogni incoerenza.
- Può essere utilizzato per riparare la struttura danneggiata di un file system.
- Gli strumenti del sistema operativo per la creazione di **copie di backup** consentono la copiatura nelle unità a nastro dei dati contenuti nei dischi allo scopo di poterli **ripristinare** in seguito a perdite dovute a malfunzionamenti dei dispositivi fisici, errori del sistema operativo, o a errori degli utenti.