Cenni sulla produzione di ebook con LaTeX e Calibre

Gianluca Pignalberi

Roma, 20 ottobre 2018

Indice

Sommario

Sommario

La produzione di libri elettronici (ebook) parallela alla produzione di libri cartacei sembra essere ormai la norma. Vediamo una possibile via di trasformazione dei documenti LaTeX in file epub standard.

Abstract

Making ebooks along with paper books seems to be normal now. We will see a possible way to transform LaTeX documents into standard epub files.

Gli strumenti

Nel mio lavoro di compositore/grafico utilizzo LATEX anche per produrre gli ebook

Gli strumenti

Nel mio lavoro di compositore/grafico utilizzo LaTeX anche per produrre gli ebook

Da solo, htLaTeX può svolgere solo una parte del lavoro: LaTeX → html

Gli strumenti

Nel mio lavoro di compositore/grafico utilizzo LATEX anche per produrre gli ebook

Da solo, htLATEX può svolgere solo una parte del lavoro: LATEX $\rightarrow$ html

Per ottenere un epub (o anche un mobi) servono altri strumenti

Gli strumenti

Nel mio lavoro di compositore/grafico utilizzo LaTeX anche per produrre gli ebook
Da solo, htLaTeX può svolgere solo una parte del lavoro: LaTeX $\rightarrow$ html
Per ottenere un epub (o anche un mobi) servono altri strumenti

- Calibre: qui per la conversione da html $\rightarrow$ epub

Gli strumenti

Nel mio lavoro di compositore/grafico utilizzo LATEX anche per produrre gli ebook

Da solo, htLATEX può svolgere solo una parte del lavoro: LATEX $\rightarrow$ html

Per ottenere un epub (o anche un mobi) servono altri strumenti

- Calibre: qui per la conversione da html $\rightarrow$ epub
- Sigil: un editor di ebook

Gli strumenti

Nel mio lavoro di compositore/grafico utilizzo LaTeX anche per produrre gli ebook
Da solo, htLaTeX può svolgere solo una parte del lavoro: LaTeX $\rightarrow$ html
Per ottenere un epub (o anche un mobi) servono altri strumenti

- Calibre: qui per la conversione da html $\rightarrow$ epub
- Sigil: un editor di ebook
- epubcheck: un validatore di ebook in formato epub

Il documento

Non userò uno dei saggi letterari/religiosi prodotti per lavoro

Il documento

Non userò uno dei saggi letterari/religiosi prodotti per lavoro
Userò un documento scientifico realizzato in un progetto didattico: la riproduzione pedissequa di un capitolo di un libro sulla matematica discreta di Ottavio d'Antona

Il documento iniziale

4 I grafi cordali e la Ricorrenza Master

4.1 Il polinomio cromatico come combinazione lineare di fattoriali decrescenti

Come abbiamo avuto occasione di dire (ben più di una volta) nelle pagine precedenti, il polinomio cromatico di un grafo indica il numero di modi in cui lo si può colorare usando *al più t* colori. Più precisamente sappiamo che, per un valore di *t* arbitrariamente fissato, *p*(*G;t*) sarà il numero di modi di colorare *G* con uno, due o *t* colori. Ad esempio le due funzioni $crom_1, crom_2 : \{v_1, v_2\} \rightarrow \{BLU, GIALLO, ROSSO, VERDE\}$ tali che

$$crom_1(v_1) = ROSSO = crom_1(v_2)$$

$$crom_2(v_1) = VERDE, crom_2(v_2) = BLU$$

sono due delle 16 colorazioni di I_2 che si possono realizzare avendo a disposozione quattro colori (infatti $p(I_2; 4) = 4^2 = 16$) anche se abbiamo effettivamente utilizzato prima un solo colore e poi soltanto due. In realtà la cosa non ci sorprende più di tanto per il buon motivo che alle funzioni che rappresentano le colorazioni non è richiesto di essere surriettive. Quindi, se fossimo interessati ad una classificazione delle colorazioni di un grafo in termini di *quanti* colori vengono effettivamente usati, e non tanto di *quali*, potremmo sospettare che il polinomio cromatico (almeno così come lo abbiamo presentato fin'ora) non sia lo strumento più adatto. Definiamo allora un nuovo coefficiente relativo alle colorazioni di un grafo: con la notazione $E_{n,k}(G)$ indicheremo *il numero di colorazioni di un grafo G di ordine n che utilizzano effettivamente k colori* ([1]). In tal modo abbiamo imposto una sorta di suriettività a queste colorazioni che potremmo quindi chiamare *k-suriettive*, o anche *colorazioni esatte*.

Per capire bene il concetto, commentiamone alcune proprietà generali. In primo luogo risulta $E_{n,m}(G) = 0$ per ogni $m > n$. E fin qui tutto bene. Poi si ha sempre $E_{n,n}(G) = 1$.

[1] Occasionalmente, ove non ci sia rischio di confusione ci limiteremo a scrivere $E_{n,k}$ in luogo di $E_{n,k}(G)$

Il documento iniziale

Ogni grafo cordale è ottenuto con una serie di incastri piramidali a partire da I_0. Ma si badi bene: dopo aver effettuato un'operazione di piramide, il grafo risultante conterrà una cricca di ordine 1 o maggiore. Inoltre è ovvio che la più grande cricca che un grafo di ordine n può contenere è proprio K_n. Anzi, a proposito dei grafi completi, possiamo dire che questi sono ottenuti con una serie di incastri piramidali massimali poiché, ad ogni passo, il grado del nuovo vertice è il più grande possibile. In altre parole, K_n è ottenuto aggiungendo ad I_1 delle piramidi di grado $1, 2, \ldots, n-1$. All'altro estremo si trovano proprio i grafi I_n che sono invece ottenuti a partire da ad I_1 con una serie di incastri piramidali minimali (anzi minimi) cioè di grado 0. Dunque la sequenza dei gradi delle piramidi con cui abbiamo costruito I_n è $0, 0, \ldots, 0$. Questa caratterizzazione ha il gradito effetto collaterale di farci conoscere la struttura del polinomio cromatico di tutti i grafi cordali. Infatti basta osservare che i polinomi cromatici di K_n e di I_n sono rispettivamente, $(t)_n$ e t^n per iniziare a sospettare che detti $r_1, r_2, r_3, \ldots, r_n$ i gradi delle piramidi con cui è stato costruito il generico grafo cordale G di ordine n, il suo polinomio cromatico sarà

$$p(G;t) = (t-r_1)(t-r_2)(t-r_3)\ldots(t-r_n),$$

dove $0 \leq r_1 \leq r_2 \leq \ldots \leq r_n \leq n-1$. E in effetti è così. Abbiamo dunque conseguito il semplice, ma importante risultato che recita: *tutte le radici del polinomio cromatico di un grafo cordale sono intere.* Ma attenzione: è della massima importanza tener presente che

IL CONTRARIO NON È VERO ! ! !

Nel prossimo capitolo analizzeremo diffusamente questa affermazione, ma ora limitiamoci ad osservare che, se spogliamo la scrittura del polinomio cromatico di un grafo in termini di fattoriali decrescenti dalla sua veste pittorica, ciò che resta è una semplice relazione algebrica tra polinomi. In altre parole, l'espressione

$$p(G;x) = \sum_{k=0}^{n} E_{n,k}(G)(x)_k$$

può essere pensata come l'espressione del polinomio $p_n(x) = p(G;x)$ come combinazione lineare di fattoriali decrescenti in cui le costanti di connessione sono indicate da $E_{n,k}(G)$ in luogo dell'usuale (almeno per noi) simbolo $L_{n,k}$. A questo punto si può osservare che i polinomi cromatici dei grafi che costituiscono una sequenza di eliminazione di un grafo cordale sono una famiglia persistente di polinomi. Dunque la ricorrenza master diventa una relazione tra le colorazioni esatte di un grafo cordale e quelle del grafo che lo precede in una sequenza di eliminazione ([2]). Per interpretare la ricorrenza in termini di grafi, suddividiamo in due classi tutte le partizioni indipendenti di G_n in k blocchi. Nella prima metteremo tutte quelle partizioni in cui il vertice v_n costituisce un blocco a sé stante, e nella seconda tutte le altre. Ovviamente la prima classe conterrà tanti elementi quante le partizioni indipendenti di G_{n-1} in $k-1$ blocchi. Infatti aggiungendo a ciascuna di esse un blocco contenente il solo v_n

[2] Ovvero tra le colorazioni esatte di un generico grafo H e quello ottenuto costruendo una piramide su di esso.

Il documento iniziale

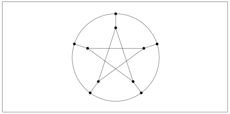


Figura 4.6: Il grafo di Petersen.

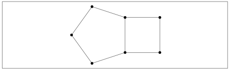


Figura 4.7: Questo grafo non è perfetto.

Tra l'altro, questo ragionamento si estende facilmente a tutti i grafi che contengono, come sottografo indotto, dei circuiti di lunghezza dispari (maggiore di 4) come le ruote W_{2m+1} con $m > 1$. Inoltre, l'elenco di famiglie di grafi perfetti può, per così dire, essere duplicato poiché si sa che *il complemento di un grafo perfetto è perfetto*. Su questo tema il famoso grafista francese C. Berge ha congetturato che *un grafo G sia perfetto se e soltanto se né G né il suo complemento contengono come sottografi indotti circuiti dispari di lunghezza maggiore di* 4.

Passiamo ora al numero di copertura che, nel folklore della teoria, viene interpretato come il minimo numero di guardiani necessari a tenere sott'occhio tutti i corridoi di un museo. Un insieme *C* di vertici di un grafo *G* è detto *copertura dei lati* di *G* se ogni suo lato è incidente in

Il documento iniziale

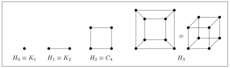


Figura 4.8: Quattro ipercubi.

almeno uno dei vertici di C. Ad esempio, tre vertici qualunque di C_4 sono una sua copertura. Il numero di vertici di una copertura di ordine minimo è detto il *numero di copertura* di G e viene indicato con $\alpha(G)$. Ad esempio, due vertici non consecutivi di C_4 sono una sua copertura, e in generale è facile vedere che $\alpha(C_n) = \lceil \frac{n}{2} \rceil$, e lo stesso vale per i cammini con n punti. se invece TT_n è un albero che non sia un cammino, allora $\alpha(TT_n) < \lceil \frac{n}{2} \rceil$. Per le ruote invece si ha $\alpha(W_n) = 1 + \lceil \frac{n}{2} \rceil$.

Il *numero di copertura in cricche* di un grafo è il minimo numero di sottografi completi necessari a ricoprire tutti i suoi vertici, e viene indiacato con $\kappa(G)$. Ad esempio, $\kappa(W_3) = 1, \kappa(W_4) = 2$ e, per $n > 4, \kappa(W_n) = 1 + \lfloor \frac{n}{2} \rfloor$. Ricordiamo che si può dimostrare la seguente caratterizzazione: un grafo G è perfetto se e soltanto se per ciascuno dei suoi sottografi indotti, S - ivi incluso G stesso - risulta $\alpha(S) = \kappa(S)$. Questo risultato ci dice che, dal punto di vista dei grafi perfetti, il numero di copertura in cricche e il numero cromatico giocano lo stesso ruolo.

Infine ricordiamo che un *insieme dominante* (o *ricoprente*) di un grafo è un sottoinsieme D dei suoi vertici con la proprietà che ogni altro vertice del grafo sia adiacente ad almeno un vertice di D. Il *numero di dominanza* di un grafo è l'ordine di un insieme dominante minimo. Questo concetto è di grande rilevanza nella teoria dei codici a correzione d'errore in cui però i grafi di cui ci si occupa sono quasi esclusivamente gli ipercubi, H_n(vedi Figura 4.8). È facile vedere che il numero di dominanza di H_1, H_2, H_3 e H_4 è, rispettivamente, $1, 2, 3$ e 4. Ma è ben strano che per ricoprire i 32 vertici di H_5 occorra marcare 7 vertici. Sono noti anche i numeri di dominanza H_6, H_7 e H_8che sono 12,16 e 32, ma non quelli di ipercubi più grandi. La tabella qui sotto riporta le migliori limitazioni conosciute per numeri di dominanza di $H_9, H_{10}, H_{11}, H_{12}$ e H_{13}.

Numero di vertici	**Limite inferiore**	**Limite superiore**
9	55	62
10	105	120
11	178	192
12	342	380
13	598	736

htLaTeX: generale

È meno versatile e flessibile di LaTeX ma emette un file html

htLATEX: generale

È meno versatile e flessibile di LATEX ma emette un file html

Per compilare documenti XƎLATEX o LuaLATEX serve un pacchetto diverso (lua4ht) che, però, non sono riuscito a far funzionare

htLATEX: “soluzioni”

La poca flessibilità di htLATEX è dovuta alla necessità di “tradurre” classi e pacchetti

htLATEX: “soluzioni”

La poca flessibilità di htLATEX è dovuta alla necessità di “tradurre” classi e pacchetti
Però nessuno ci vieta di aggiungere macro a una classe standard e usarla senza problemi

htLATEX: “soluzioni”

La poca flessibilità di htLATEX è dovuta alla necessità di “tradurre” classi e pacchetti
Però nessuno ci vieta di aggiungere macro a una classe standard e usarla senza problemi
Non tutti i pacchetti si possono usare. Attenetevi a quelli “certificati”

htLaTeX: Ti*k*Z

Ti*k*Z è uno dei pacchetti non supportati

htLaTeX: Ti*k*Z

Ti*k*Z è uno dei pacchetti non supportati
Dovrete esportare i suoi disegni come png o jpg

htLaTeX: Ti*k*Z

Ti*k*Z è uno dei pacchetti non supportati
Dovrete esportare i suoi disegni come png o jpg

- compilandoli in un documento standalone che poi convertirete con Gimp o simili

htLATEX: Ti*k*Z

Ti*k*Z è uno dei pacchetti non supportati
Dovrete esportare i suoi disegni come png o jpg

- compilandoli in un documento standalone che poi convertirete con Gimp o simili

oppure

htLaTeX: Ti*k*Z

Ti*k*Z è uno dei pacchetti non supportati
Dovrete esportare i suoi disegni come png o jpg

- compilandoli in un documento standalone che poi convertirete con Gimp o simili

oppure

- esportandoli da programmi come QTi*k*Z

htLATEX: Ti*k*Z

Ti*k*Z è uno dei pacchetti non supportati
Dovrete esportare i suoi disegni come png o jpg

- compilandoli in un documento standalone che poi convertirete con Gimp o simili

oppure

- esportandoli da programmi come QTi*k*Z

Anche il formato svg è rischioso da usare, sebbene il formato epub lo preveda

htLATEX: compilazione

Al comando di compilazione possiamo dare una serie di opzioni

htLATEX: compilazione

Al comando di compilazione possiamo dare una serie di opzioni
Quella che uso sempre è "`html,fn-in`"

htLATEX: compilazione

Al comando di compilazione possiamo dare una serie di opzioni
Quella che uso sempre è "`html,fn-in`"
Alcuni comandi non vengono tradotti in html

htLaTeX: compilazione

Al comando di compilazione possiamo dare una serie di opzioni
Quella che uso sempre è `"html,fn-in"`
Alcuni comandi non vengono tradotti in html
Alcuni di quelli che vengono tradotti danno un brutto risultato

Aggiustamenti principali

La conversione elimina le spaziature verticali: usare `<br />`

Aggiustamenti principali

La conversione elimina le spaziature verticali: usare `<br />`
La conversione salta alcuni cambî di pagina: usare `<h2></h2>`

Aggiustamenti principali

La conversione elimina le spaziature verticali: usare `<br />`

La conversione salta alcuni cambî di pagina: usare `<h2></h2>`

Non vogliamo le note tutte in fondo? Armiamoci di pazienza e facciamo taglia e incolla

Aggiustamenti principali

La conversione elimina le spaziature verticali: usare `<br />`
La conversione salta alcuni cambî di pagina: usare `<h2></h2>`
Non vogliamo le note tutte in fondo? Armiamoci di pazienza e facciamo taglia e incolla
Non c'è nell'articolo: le note a piè di pagina vengono rese in corsivo. Basta mettere mano al file css per ripristinare il tondo per il testo non espressamente corsivo

Aggiustamenti probabili

Passando da un `\chapter` a un `\chapter*` o

Aggiustamenti probabili

Passando da un `\chapter` a un `\chapter*` o

- la numerazione delle note prosegue (non azzeriamo il contatore) e i link saranno giusti,

Aggiustamenti probabili

Passando da un `\chapter` a un `\chapter*` o

- la numerazione delle note prosegue (non azzeriamo il contatore) e i link saranno giusti,

oppure

Aggiustamenti probabili

Passando da un `\chapter` a un `\chapter*` o

- la numerazione delle note prosegue (non azzeriamo il contatore) e i link saranno giusti,

oppure

- azzeriamo il contatore e i link saranno sbagliati e da riaggiustare a mano

Aggiustamenti probabili

Passando da un `\chapter` a un `\chapter*` o

- la numerazione delle note prosegue (non azzeriamo il contatore) e i link saranno giusti,

oppure

- azzeriamo il contatore e i link saranno sbagliati e da riaggiustare a mano

La codifica del file html può essere discordante da quella dichiarata. Basta correggere quest'ultima

Aggiustamenti probabili

Passando da un `\chapter` a un `\chapter*` o

- la numerazione delle note prosegue (non azzeriamo il contatore) e i link saranno giusti,

oppure

- azzeriamo il contatore e i link saranno sbagliati e da riaggiustare a mano

La codifica del file html può essere discordante da quella dichiarata. Basta correggere quest'ultima
Capita che le accentate negli indici analitici siano mal codificate (p. es., ^^c2^^81 al posto di á). Io le riaggiusto con sed

Aggiustamenti probabili

Passando da un `\chapter` a un `\chapter*` o

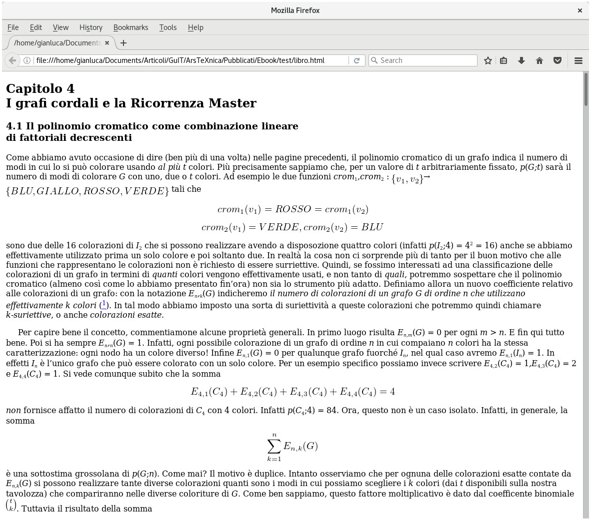
- la numerazione delle note prosegue (non azzeriamo il contatore) e i link saranno giusti,

oppure

- azzeriamo il contatore e i link saranno sbagliati e da riaggiustare a mano

La codifica del file html può essere discordante da quella dichiarata. Basta correggere quest'ultima
Capita che le accentate negli indici analitici siano mal codificate (p. es., `^^c2^^81` al posto di á). Io le riaggiusto con sed
Capita anche che alcuni caratteri (spesso del greco politonico) non siano resi come testo ma come immagine. Questi vanno inseriti a mano

Il documento intermedio



Capitolo 4
I grafi cordali e la Ricorrenza Master

4.1 Il polinomio cromatico come combinazione lineare di fattoriali decrescenti

Come abbiamo avuto occasione di dire (ben più di una volta) nelle pagine precedenti, il polinomio cromatico di un grafo indica il numero di modi in cui lo si può colorare usando *al più t* colori. Più precisamente sappiamo che, per un valore di t arbitrariamente fissato, $p(G;t)$ sarà il numero di modi di colorare G con uno, due o t colori. Ad esempio le due funzioni $crom_1, crom_2 : \{v_1, v_2\} \to \{BLU, GIALLO, ROSSO, VERDE\}$ tali che

$$crom_1(v_1) = ROSSO = crom_1(v_2)$$

$$crom_2(v_1) = VERDE, crom_2(v_2) = BLU$$

sono due delle 16 colorazioni di I_2 che si possono realizzare avendo a disposozione quattro colori (infatti $p(I_2;4) = 4^2 = 16$) anche se abbiamo effettivamente utilizzato prima un solo colore e poi soltanto due. In realtà la cosa non ci sorprende più di tanto per il buon motivo che alle funzioni che rappresentano le colorazioni non è richiesto di essere surriettive. Quindi, se fossimo interessati ad una classificazione delle colorazioni di un grafo in termini di *quanti* colori vengono effettivamente usati, e non tanto di *quali*, potremmo sospettare che il polinomio cromatico (almeno così come lo abbiamo presentato fin'ora) non sia lo strumento più adatto. Definiamo allora un nuovo coefficiente relativo alle colorazioni di un grafo: con la notazione $E_{n,k}(G)$ indicheremo *il numero di colorazioni di un grafo G di ordine n che utilizzano effettivamente k colori* ([1]). In tal modo abbiamo imposto una sorta di suriettività a queste colorazioni che potremmo quindi chiamare *k-suriettive*, o anche *colorazioni esatte*.

Per capire bene il concetto, commentiamone alcune proprietà generali. In primo luogo risulta $E_{n,m}(G) = 0$ per ogni $m > n$. E fin qui tutto bene. Poi si ha sempre $E_{n,n}(G) = 1$. Infatti, ogni possibile colorazione di un grafo di ordine n in cui compaiano n colori ha la stessa caratterizzazione: ogni nodo ha un colore diverso! Infine $E_{n,1}(G) = 0$ per qualunque grafo fuorché I_n, nel qual caso avremo $E_{n,1}(I_n) = 1$. In effetti I_n è l'unico grafo che può essere colorato con un solo colore. Per un esempio specifico possiamo invece scrivere $E_{4,2}(C_4) = 1, E_{4,3}(C_4) = 2$ e $E_{4,4}(C_4) = 1$. Si vede comunque subito che la somma

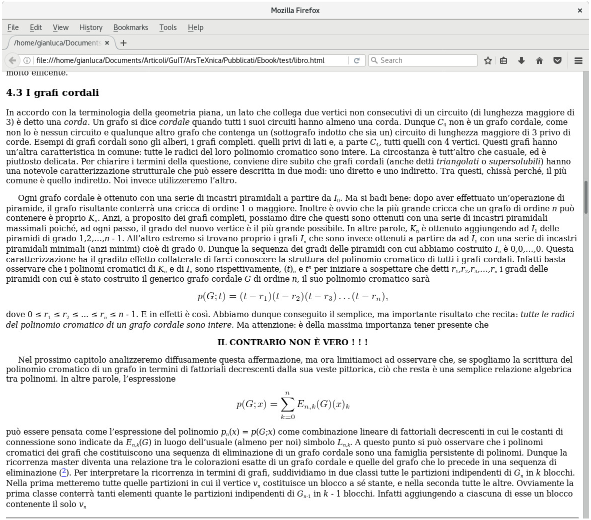
$$E_{4,1}(C_4) + E_{4,2}(C_4) + E_{4,3}(C_4) + E_{4,4}(C_4) = 4$$

non fornisce affatto il numero di colorazioni di C_4 con 4 colori. Infatti $p(C_4;4) = 84$. Ora, questo non è un caso isolato. Infatti, in generale, la somma

$$\sum_{k=1}^{n} E_{n,k}(G)$$

è una sottostima grossolana di $p(G;n)$. Come mai? Il motivo è duplice. Intanto osserviamo che per ognuna delle colorazioni esatte contate da $E_{n,k}(G)$ si possono realizzare tante diverse colorazioni quanti sono i modi in cui possiamo scegliere i k colori (dai t disponibili sulla nostra tavolozza) che compariranno nelle diverse coloriture di G. Come ben sappiamo, questo fattore moltiplicativo è dato dal coefficente binomiale $\binom{t}{k}$. Tuttavia il risultato della somma

Il documento intermedio



Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

/home/gianluca/Documents

file:///home/gianluca/Documents/Articoli/GuIT/ArsTeXnica/Pubblicati/Ebook/test/libro.html

molto efficiente.

4.3 I grafi cordali

In accordo con la terminologia della geometria piana, un lato che collega due vertici non consecutivi di un circuito (di lunghezza maggiore di 3) è detto una *corda*. Un grafo si dice *cordale* quando tutti i suoi circuiti hanno almeno una corda. Dunque C_4 non è un grafo cordale, come non lo è nessun circuito e qualunque altro grafo che contenga un (sottografo indotto che sia un) circuito di lunghezza maggiore di 3 privo di corde. Esempi di grafi cordali sono gli alberi, i grafi completi. quelli privi di lati e, a parte C_4, tutti quelli con 4 vertici. Questi grafi hanno un'altra caratteristica in comune: tutte le radici del loro polinomio cromatico sono intere. La circostanza è tutt'altro che casuale, ed è piuttosto delicata. Per chiarire i termini della questione, conviene dire subito che grafi cordali (anche detti *triangolati* o *supersolubili*) hanno una notevole caratterizzazione strutturale che può essere descritta in due modi: uno diretto e uno indiretto. Tra questi, chissà perché, il più comune è quello indiretto. Noi invece utilizzeremo l'altro.

Ogni grafo cordale è ottenuto con una serie di incastri piramidali a partire da I_0. Ma si badi bene: dopo aver effettuato un'operazione di piramide, il grafo risultante conterrà una cricca di ordine 1 o maggiore. Inoltre è ovvio che la più grande cricca che un grafo di ordine n può contenere è proprio K_n. Anzi, a proposito dei grafi completi, possiamo dire che questi sono ottenuti con una serie di incastri piramidali massimali poiché, ad ogni passo, il grado del nuovo vertice è il più grande possibile. In altre parole, K_n è ottenuto aggiungendo ad I_1 delle piramidi di grado 1,2,...,n - 1. All'altro estremo si trovano proprio i grafi I_n che sono invece ottenuti a partire da ad I_1 con una serie di incastri piramidali minimali (anzi minimi) cioè di grado 0. Dunque la sequenza dei gradi delle piramidi con cui abbiamo costruito I_n è 0,0,...,0. Questa caratterizzazione ha il gradito effetto collaterale di farci conoscere la struttura del polinomio cromatico di tutti i grafi cordali. Infatti basta osservare che i polinomi cromatici di K_n e di I_n sono rispettivamente, $(t)_n$ e t^n per iniziare a sospettare che detti r_1,r_2,r_3,...,r_n i gradi delle piramidi con cui è stato costruito il generico grafo cordale G di ordine n, il suo polinomio cromatico sarà

$$p(G;t) = (t - r_1)(t - r_2)(t - r_3)\ldots(t - r_n),$$

dove $0 \le r_1 \le r_2 \le \ldots \le r_n \le n$ - 1. E in effetti è così. Abbiamo dunque conseguito il semplice, ma importante risultato che recita: *tutte le radici del polinomio cromatico di un grafo cordale sono intere*. Ma attenzione: è della massima importanza tener presente che

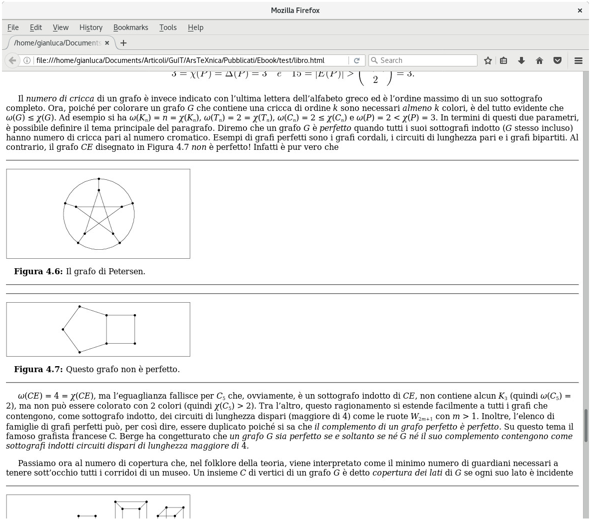
IL CONTRARIO NON È VERO ! ! !

Nel prossimo capitolo analizzeremo diffusamente questa affermazione, ma ora limitiamoci ad osservare che, se spogliamo la scrittura del polinomio cromatico di un grafo in termini di fattoriali decrescenti dalla sua veste pittorica, ciò che resta è una semplice relazione algebrica tra polinomi. In altre parole, l'espressione

$$p(G;x) = \sum_{k=0}^{n} E_{n,k}(G)(x)_k$$

può essere pensata come l'espressione del polinomio $p_n(x) = p(G;x)$ come combinazione lineare di fattoriali decrescenti in cui le costanti di connessione sono indicate da $E_{n,k}(G)$ in luogo dell'usuale (almeno per noi) simbolo $L_{n,k}$. A questo punto si può osservare che i polinomi cromatici dei grafi che costituiscono una sequenza di eliminazione di un grafo cordale sono una famiglia persistente di polinomi. Dunque la ricorrenza master diventa una relazione tra le colorazioni esatte di un grafo cordale e quelle del grafo che lo precede in una sequenza di eliminazione (2). Per interpretare la ricorrenza in termini di grafi, suddividiamo in due classi tutte le partizioni indipendenti di G_n in k blocchi. Nella prima metteremo tutte quelle partizioni in cui il vertice v_n costituisce un blocco a sé stante, e nella seconda tutte le altre. Ovviamente la prima classe conterrà tanti elementi quante le partizioni indipendenti di G_{n-1} in k - 1 blocchi. Infatti aggiungendo a ciascuna di esse un blocco contenente il solo v_n

Il documento intermedio


Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

/home/gianluca/Documents

file:///home/gianluca/Documents/Articoli/GuIT/ArsTeXnica/Pubblicati/Ebook/test/libro.html

Search

$$3 = \chi(P) = \Delta(P) = 3 \quad e \quad 15 = |E(P)| > \binom{\ }{2} = 3.$$

Il *numero di cricca* di un grafo è invece indicato con l'ultima lettera dell'alfabeto greco ed è l'ordine massimo di un suo sottografo completo. Ora, poiché per colorare un grafo G che contiene una cricca di ordine k sono necessari *almeno* k colori, è del tutto evidente che $\omega(G) \leq \chi(G)$. Ad esempio si ha $\omega(K_n) = n = \chi(K_n)$, $\omega(T_n) = 2 = \chi(T_n)$, $\omega(C_n) = 2 \leq \chi(C_n)$ e $\omega(P) = 2 < \chi(P) = 3$. In termini di questi due parametri, è possibile definire il tema principale del paragrafo. Diremo che un grafo G è *perfetto* quando tutti i suoi sottografi indotto (G stesso incluso) hanno numero di cricca pari al numero cromatico. Esempi di grafi perfetti sono i grafi cordali, i circuiti di lunghezza pari e i grafi bipartiti. Al contrario, il grafo CE disegnato in Figura 4.7 *non* è perfetto! Infatti è pur vero che

Figura 4.6: Il grafo di Petersen.

Figura 4.7: Questo grafo non è perfetto.

$\omega(CE) = 4 = \chi(CE)$, ma l'eguaglianza fallisce per C_5 che, ovviamente, è un sottografo indotto di CE, non contiene alcun K_3 (quindi $\omega(C_5) = 2$), ma non può essere colorato con 2 colori (quindi $\chi(C_5) > 2$). Tra l'altro, questo ragionamento si estende facilmente a tutti i grafi che contengono, come sottografo indotto, dei circuiti di lunghezza dispari (maggiore di 4) come le ruote W_{2m+1} con $m > 1$. Inoltre, l'elenco di famiglie di grafi perfetti può, per così dire, essere duplicato poiché si sa che *il complemento di un grafo perfetto è perfetto*. Su questo tema il famoso grafista francese C. Berge ha congetturato che *un grafo G sia perfetto se e soltanto se né G né il suo complemento contengono come sottografi indotti circuiti dispari di lunghezza maggiore di 4.*

Passiamo ora al numero di copertura che, nel folklore della teoria, viene interpretato come il minimo numero di guardiani necessari a tenere sott'occhio tutti i corridoi di un museo. Un insieme C di vertici di un grafo G è detto *copertura dei lati* di G se ogni suo lato è incidente

Il documento intermedio

Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

/home/gianluca/Documents

file:///home/gianluca/Documents/Articoli/GuIT/ArsTeXnica/Pubblicati/Ebook/test/libro.html

Search

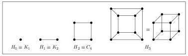


Figura 4.8: *Quattro ipercubi.*

in almeno uno dei vertici di C. Ad esempio, tre vertici qualunque di C_4 sono una sua copertura. Il numero di vertici di una copertura di ordine minimo è detto il *numero di copertura* di G e viene indicato con $\alpha(G)$. Ad esempio, due vertici non consecutivi di C_4 sono una sua copertura, e in generale è facile vedere che $\alpha(C_n) = \lceil \frac{n}{2} \rceil$, e lo stesso vale per i cammini con n punti. se invece TT_n è un albero che non sia un cammino, allora $\alpha(TT_n) < \lceil \frac{n}{2} \rceil$. Per le ruote invece si ha $\alpha(W_n) = 1 + \lceil \frac{n}{2} \rceil$.

Il *numero di copertura in cricche* di un grafo è il minimo numero di sottografi completi necessari a ricoprire tutti i suoi vertici, e viene indiacato con $\kappa(G)$. Ad esempio, $\kappa(W_3) = 1$,$\kappa(W_4) = 2$ e, per $n > 4$,$\kappa(W_n) = 1 + \lfloor \frac{n}{2} \rfloor$. Ricordiamo che si può dimostrare la seguente caratterizzazione: un grafo G è perfetto se e soltanto se per ciascuno dei suoi sottografi indotti, S - ivi incluso G stesso - risulta $\alpha(S) = \kappa(S)$. Questo risultato ci dice che, dal punto di vista dei grafi perfetti, il numero di copertura in cricche e il numero cromatico giocano lo stesso ruolo.

Infine ricordiamo che un *insieme dominante* (o *ricoprente*) di un grafo è un sottoinsieme D dei suoi vertici con la proprietà che ogni altro vertice del grafo sia adiacente ad almeno un vertice di D. Il *numero di dominanza* di un grafo è l'ordine di un insieme dominante minimo. Questo concetto è di grande rilevanza nella teoria dei codici a correzione d'errore in cui però i grafi di cui ci si occupa sono quasi esclusivamente gli ipercubi, H_n(vedi Figura 4.8). È facile vedere che il numero di dominanza di H_1,H_2,H_3 e H_4 è, rispettivamente, 1,2,3 e 4. Ma è ben strano che per ricoprire i 32 vertici di H_5 occorra marcare 7 vertici. Sono noti anche i numeri di dominanza H_6,H_7 e H_8che sono 12,16 e 32, ma non quelli di ipercubi più grandi. La tabella qui sotto riporta le migliori limitazioni conosciute per numeri di dominanza di H_9,H_{10},H_{11},H_{12} e H_{13}.

Numero di vertici	Limite inferiore	Limite superiore
9	55	62
10	105	120
11	178	192
12	342	380
13	598	736

4.7 Esercizi

1. SPossiamo arricchire la nostra conoscenza sulla possibile collocazione delle radici del polinomio cromatico dimostrando che nessun numero reale maggiore di n-1 è radice del polinomio cromato dei grafi di ordine n.
2. Quanti sono i lati di $A * B$?
3. In che senso l'operazione * generalizza l'estensione cromatica?
4. Ricalcolare, usando il teorema (4.4.1), il polinomio cromatico dei grafi biparti completi.
5. SCalcolare l'espansione in fattoriali decrescenti del polinomio cromatico di $P_{n,m;h,k}$.
6. SRicordando la formula (4.3), si ricavi il polinomio cromatico in alberi in termini di fattoriali decrescenti.

Conversione dell'html

Quando il file intermedio html è soddisfacente possiamo passare alla conversione a epub

Conversione dell'html

Quando il file intermedio html è soddisfacente possiamo passare alla conversione a epub
Il comando fornito da Calibre è `ebook-convert`

Conversione dell'html

Quando il file intermedio html è soddisfacente possiamo passare alla conversione a epub

Il comando fornito da Calibre è `ebook-convert`

Ci consente di inserire una copertina e i metadati relativi a titolo, autore e editore, ma anche di creare un file mobi

Conversione dell'html

Può succedere che un capitolo sia troppo lungo per rientrare nei limiti imposti dal convertitore, quindi verrà suddiviso in due o più *split*

Conversione dell'html

Può succedere che un capitolo sia troppo lungo per rientrare nei limiti imposti dal convertitore, quindi verrà suddiviso in due o più *split*
È brutto vedere un capitolo suddiviso in split perché la suddivisione non è solo concettuale ma anche visuale

Conversione dell'html

Può succedere che un capitolo sia troppo lungo per rientrare nei limiti imposti dal convertitore, quindi verrà suddiviso in due o più *split*
È brutto vedere un capitolo suddiviso in split perché la suddivisione non è solo concettuale ma anche visuale
Un editor di ebook come Sigil o quello di Calibre ci consentono di riunificare questi split

Conversione dell'html

Può succedere che un capitolo sia troppo lungo per rientrare nei limiti imposti dal convertitore, quindi verrà suddiviso in due o più *split*

È brutto vedere un capitolo suddiviso in split perché la suddivisione non è solo concettuale ma anche visuale

Un editor di ebook come Sigil o quello di Calibre ci consentono di riunificare questi split

Se un capitolo è troppo lungo ma non ha sezioni o sottosezioni non potrà essere suddiviso in split e la conversione darà errore. In quel caso inseriremo un titolo falso (per esempio `<h3></h3>`)

Perché validare

La validazione di un ebook serve a verificare la sua adesione allo standard

Perché validare

La validazione di un ebook serve a verificare la sua adesione allo standard
È un passaggio indispensabile per poter vendere l'ebook nei negozi digitali

Perché validare

La validazione di un ebook serve a verificare la sua adesione allo standard
È un passaggio indispensabile per poter vendere l'ebook nei negozi digitali
Dovrebbe garantire che l'ebook venga visualizzato correttamente e senza problemi su ogni lettore in vendita

Le operazioni di validazione

All'apertura dell'ebook con un editor, quest'ultimo potrebbe ravvisare problemi che si propone di correggere. Ciò non garantisce l'adesione dell'ebook allo standard

Le operazioni di validazione

All'apertura dell'ebook con un editor, quest'ultimo potrebbe ravvisare problemi che si propone di correggere. Ciò non garantisce l'adesione dell'ebook allo standard

Dobbiamo affidarci a un validatore. Quello richiesto attualmente dal mercato è epubcheck

Le operazioni di validazione

All'apertura dell'ebook con un editor, quest'ultimo potrebbe ravvisare problemi che si propone di correggere. Ciò non garantisce l'adesione dell'ebook allo standard
Dobbiamo affidarci a un validatore. Quello richiesto attualmente dal mercato è epubcheck
Occorre leggere bene il report del validatore per cercare il punto esatto e la natura degli errori e correggerli adeguatamente

Le operazioni di validazione

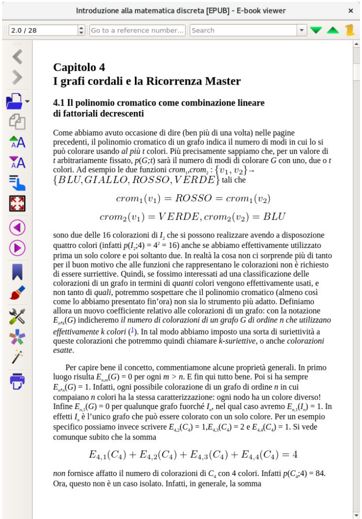
All'apertura dell'ebook con un editor, quest'ultimo potrebbe ravvisare problemi che si propone di correggere. Ciò non garantisce l'adesione dell'ebook allo standard

Dobbiamo affidarci a un validatore. Quello richiesto attualmente dal mercato è epubcheck

Occorre leggere bene il report del validatore per cercare il punto esatto e la natura degli errori e correggerli adeguatamente

Anche l'unione (merge) degli split può causare errori, in questo caso in `toc.ncx`

Il documento finale



Capitolo 4
I grafi cordali e la Ricorrenza Master

4.1 Il polinomio cromatico come combinazione lineare di fattoriali decrescenti

Come abbiamo avuto occasione di dire (ben più di una volta) nelle pagine precedenti, il polinomio cromatico di un grafo indica il numero di modi in cui lo si può colorare usando *al più t* colori. Più precisamente sappiamo che, per un valore di t arbitrariamente fissato, $p(G;t)$ sarà il numero di modi di colorare G con uno, due o t colori. Ad esempio le due funzioni $crom_1, crom_2 : \{v_1, v_2\} \to \{BLU, GIALLO, ROSSO, VERDE\}$ tali che

$$crom_1(v_1) = ROSSO = crom_1(v_2)$$

$$crom_2(v_1) = VERDE, crom_2(v_2) = BLU$$

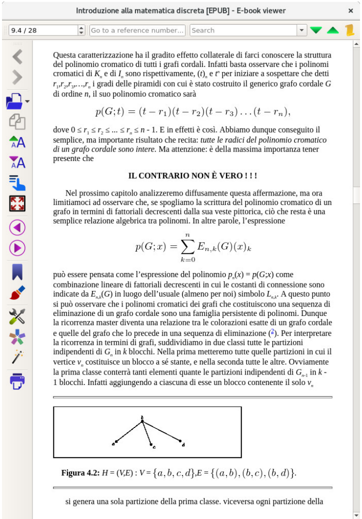
sono due delle 16 colorazioni di I_2 che si possono realizzare avendo a disposozione quattro colori (infatti $p(I_2;4) = 4^2 = 16$) anche se abbiamo effettivamente utilizzato prima un solo colore e poi soltanto due. In realtà la cosa non ci sorprende più di tanto per il buon motivo che alle funzioni che rappresentano le colorazioni non è richiesto di essere surriettive. Quindi, se fossimo interessati ad una classificazione delle colorazioni di un grafo in termini di *quanti* colori vengono effettivamente usati, e non tanto di *quali*, potremmo sospettare che il polinomio cromatico (almeno così come lo abbiamo presentato fin'ora) non sia lo strumento più adatto. Definiamo allora un nuovo coefficiente relativo alle colorazioni di un grafo: con la notazione $E_{n,k}(G)$ indicheremo *il numero di colorazioni di un grafo G di ordine n che utilizzano effettivamente k colori* ([1]). In tal modo abbiamo imposto una sorta di suriettività a queste colorazioni che potremmo quindi chiamare *k-suriettive*, o anche *colorazioni esatte*.

Per capire bene il concetto, commentiamone alcune proprietà generali. In primo luogo risulta $E_{n,m}(G) = 0$ per ogni $m > n$. E fin qui tutto bene. Poi si ha sempre $E_{n,n}(G) = 1$. Infatti, ogni possibile colorazione di un grafo di ordine n in cui compaiano n colori ha la stessa caratterizzazione: ogni nodo ha un colore diverso! Infine $E_{n,1}(G) = 0$ per qualunque grafo fuorché I_n, nel qual caso avremo $E_{n,1}(I_n) = 1$. In effetti I_n è l'unico grafo che può essere colorato con un solo colore. Per un esempio specifico possiamo invece scrivere $E_{4,2}(C_4) = 1$, $E_{4,3}(C_4) = 2$ e $E_{4,4}(C_4) = 1$. Si vede comunque subito che la somma

$$E_{4,1}(C_4) + E_{4,2}(C_4) + E_{4,3}(C_4) + E_{4,4}(C_4) = 4$$

non fornisce affatto il numero di colorazioni di C_4 con 4 colori. Infatti $p(C_4;4) = 84$. Ora, questo non è un caso isolato. Infatti, in generale, la somma

Il documento finale



Questa caratterizzazione ha il gradito effetto collaterale di farci conoscere la struttura del polinomio cromatico di tutti i grafi cordali. Infatti basta osservare che i polinomi cromatici di K_n e di I_n sono rispettivamente, $(t)_n$ e t^n per iniziare a sospettare che detti $r_1, r_2, r_3, \ldots, r_n$ i gradi delle piramidi con cui è stato costruito il generico grafo cordale G di ordine n, il suo polinomio cromatico sarà

$$p(G;t) = (t-r_1)(t-r_2)(t-r_3)\ldots(t-r_n),$$

dove $0 \le r_1 \le r_2 \le \ldots \le r_n \le n-1$. E in effetti è così. Abbiamo dunque conseguito il semplice, ma importante risultato che recita: *tutte le radici del polinomio cromatico di un grafo cordale sono intere*. Ma attenzione: è della massima importanza tener presente che

IL CONTRARIO NON È VERO ! ! !

Nel prossimo capitolo analizzeremo diffusamente questa affermazione, ma ora limitiamoci ad osservare che, se spogliamo la scrittura del polinomio cromatico di un grafo in termini di fattoriali decrescenti dalla sua veste pittorica, ciò che resta è una semplice relazione algebrica tra polinomi. In altre parole, l'espressione

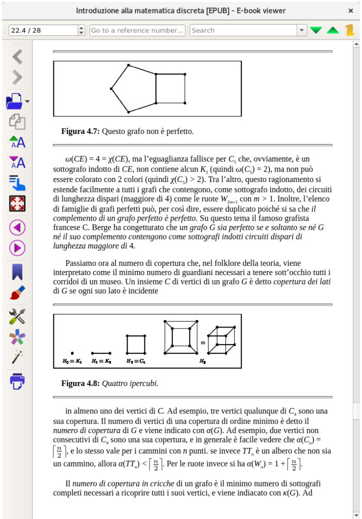
$$p(G;x) = \sum_{k=0}^{n} E_{n,k}(G)(x)_k$$

può essere pensata come l'espressione del polinomio $p_n(x) = p(G;x)$ come combinazione lineare di fattoriali decrescenti in cui le costanti di connessione sono indicate da $E_{n,k}(G)$ in luogo dell'usuale (almeno per noi) simbolo $L_{n,k}$. A questo punto si può osservare che i polinomi cromatici dei grafi che costituiscono una sequenza di eliminazione di un grafo cordale sono una famiglia persistente di polinomi. Dunque la ricorrenza master diventa una relazione tra le colorazioni esatte di un grafo cordale e quelle del grafo che lo precede in una sequenza di eliminazione ([2]). Per interpretare la ricorrenza in termini di grafi, suddividiamo in due classi tutte le partizioni indipendenti di G_n in k blocchi. Nella prima metteremo tutte quelle partizioni in cui il vertice v_n costituisce un blocco a sé stante, e nella seconda tutte le altre. Ovviamente la prima classe conterrà tanti elementi quante le partizioni indipendenti di G_{n-1} in k - 1 blocchi. Infatti aggiungendo a ciascuna di esse un blocco contenente il solo v_n

Figura 4.2: $H = (V,E) : V = \{a, b, c, d\}, E = \{(a, b), (b, c), (b, d)\}$.

si genera una sola partizione della prima classe. viceversa ogni partizione della

Il documento finale



Introduzione alla matematica discreta [EPUB] - E-book viewer

22.4 / 28

Figura 4.7: Questo grafo non è perfetto.

$\omega(CE) = 4 = \chi(CE)$, ma l'eguaglianza fallisce per C_5 che, ovviamente, è un sottografo indotto di CE, non contiene alcun K_3 (quindi $\omega(C_5) = 2$), ma non può essere colorato con 2 colori (quindi $\chi(C_5) > 2$). Tra l'altro, questo ragionamento si estende facilmente a tutti i grafi che contengono, come sottografo indotto, dei circuiti di lunghezza dispari (maggiore di 4) come le ruote W_{2m+1} con $m > 1$. Inoltre, l'elenco di famiglie di grafi perfetti può, per così dire, essere duplicato poiché si sa che *il complemento di un grafo perfetto è perfetto.* Su questo tema il famoso grafista francese C. Berge ha congetturato che *un grafo G sia perfetto se e soltanto se né G né il suo complemento contengono come sottografi indotti circuiti dispari di lunghezza maggiore di* 4.

Passiamo ora al numero di copertura che, nel folklore della teoria, viene interpretato come il minimo numero di guardiani necessari a tenere sott'occhio tutti i corridoi di un museo. Un insieme C di vertici di un grafo G è detto *copertura dei lati* di G se ogni suo lato è incidente

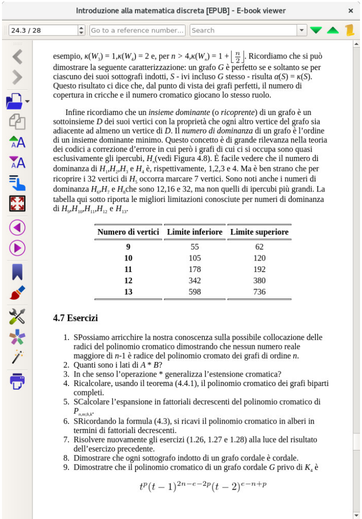
$H_0 = K_1$ $H_1 = K_2$ $H_2 = C_4$ H_3

Figura 4.8: *Quattro ipercubi.*

in almeno uno dei vertici di C. Ad esempio, tre vertici qualunque di C_4 sono una sua copertura. Il numero di vertici di una copertura di ordine minimo è detto il *numero di copertura* di G e viene indicato con $\alpha(G)$. Ad esempio, due vertici non consecutivi di C_4 sono una sua copertura, e in generale è facile vedere che $\alpha(C_n) = \lceil \frac{n}{2} \rceil$, e lo stesso vale per i cammini con n punti. se invece TT_n è un albero che non sia un cammino, allora $\alpha(TT_n) < \lceil \frac{n}{2} \rceil$. Per le ruote invece si ha $\alpha(W_n) = 1 + \lceil \frac{n}{2} \rceil$.

Il *numero di copertura in cricche* di un grafo è il minimo numero di sottografi completi necessari a ricoprire tutti i suoi vertici, e viene indiacato con $\kappa(G)$. Ad

Il documento finale



esempio, $\kappa(W_3) = 1, \kappa(W_4) = 2$ e, per $n > 4, \kappa(W_n) = 1 + \lfloor \frac{n}{2} \rfloor$. Ricordiamo che si può dimostrare la seguente caratterizzazione: un grafo G è perfetto se e soltanto se per ciascuno dei suoi sottografi indotti, S - ivi incluso G stesso - risulta $\alpha(S) = \kappa(S)$. Questo risultato ci dice che, dal punto di vista dei grafi perfetti, il numero di copertura in cricche e il numero cromatico giocano lo stesso ruolo.

Infine ricordiamo che un *insieme dominante* (o *ricoprente*) di un grafo è un sottoinsieme D dei suoi vertici con la proprietà che ogni altro vertice del grafo sia adiacente ad almeno un vertice di D. Il *numero di dominanza* di un grafo è l'ordine di un insieme dominante minimo. Questo concetto è di grande rilevanza nella teoria dei codici a correzione d'errore in cui però i grafi di cui ci si occupa sono quasi esclusivamente gli ipercubi, H_n(vedi Figura 4.8). È facile vedere che il numero di dominanza di H_1,H_2,H_3 e H_4 è, rispettivamente, 1,2,3 e 4. Ma è ben strano che per ricoprire i 32 vertici di H_5 occorra marcare 7 vertici. Sono noti anche i numeri di dominanza H_6,H_7 e H_8che sono 12,16 e 32, ma non quelli di ipercubi più grandi. La tabella qui sotto riporta le migliori limitazioni conosciute per numeri di dominanza di H_9,H_{10},H_{11},H_{12} e H_{13}.

Numero di vertici	Limite inferiore	Limite superiore
9	55	62
10	105	120
11	178	192
12	342	380
13	598	736

4.7 Esercizi

1. SPossiamo arricchire la nostra conoscenza sulla possibile collocazione delle radici del polinomio cromatico dimostrando che nessun numero reale maggiore di n-1 è radice del polinomio cromato dei grafi di ordine n.
2. Quanti sono i lati di $A * B$?
3. In che senso l'operazione * generalizza l'estensione cromatica?
4. Ricalcolare, usando il teorema (4.4.1), il polinomio cromatico dei grafi biparti completi.
5. SCalcolare l'espansione in fattoriali decrescenti del polinomio cromatico di $P_{n,m;h,k}$.
6. SRicordando la formula (4.3), si ricavi il polinomio cromatico in alberi in termini di fattoriali decrescenti.
7. Risolvere nuovamente gli esercizi (1.26, 1.27 e 1.28) alla luce del risultato dell'esercizio precedente.
8. Dimostrare che ogni sottografo indotto di un grafo cordale è cordale.
9. Dimostratre che il polinomio cromatico di un grafo cordale G privo di K_4 è

$$t^p(t-1)^{2n-e-2p}(t-2)^{e-n+p}$$

Per concludere

Da LaTeX a epub: non banale

Produrre un ebook a partire da un sorgente LaTeX non è un'operazione che si fa premendo un semplice tasto

Per concludere

Da LATEX a epub: non banale

Produrre un ebook a partire da un sorgente LATEX non è un'operazione che si fa premendo un semplice tasto

Ma il controllo...

Per contro, avere il controllo assoluto del formato intermedio e di quello finale ci permette risultati egregi

Per concludere

Da LaTeX a epub: non banale

Produrre un ebook a partire da un sorgente LaTeX non è un'operazione che si fa premendo un semplice tasto

Ma il controllo. . .

Per contro, avere il controllo assoluto del formato intermedio e di quello finale ci permette risultati egregi

. . . e lo spazio. . .

Infine, in tutti i casi di produzione di ebook (oltre 100 in quattro anni, più qualche esperienza precedente) l'occupazione di spazio è mediamente qualche centinaio di kB, quanto nessun prodotto commerciale comprato per lavoro o per diletto

Digressione scherzosa (non troppo)

Digressione scherzosa (non troppo)

Gianluca Pignalberi $\approx$ Bill Gates

Digressione scherzosa (non troppo)

Gianluca Pignalberi $\approx$ Bill Gates

$\Downarrow$ \$

1000000000

Digressione scherzosa (non troppo)

Gianluca Pignalberi	$\approx$	Bill Gates
$\Downarrow$ €		$\Downarrow$ \$
0000000001		1000000000

Digressione scherzosa (non troppo)

Gianluca Pignalberi	$\approx$	Bill Gates
$\Downarrow$ €		$\Downarrow$ \$
0000000001		1000000000
Uno per tutti		

Digressione scherzosa (non troppo)

Gianluca Pignalberi	$\approx$	Bill Gates
$\Downarrow$ €		$\Downarrow$ \$
0000000001		1000000000
Uno per tutti		*Tutto* per uno

Ringraziamenti

Grazie alla redazione di ArsTeXnica per la cura dell'articolo.
Lavorone, come sempre

Ringraziamenti

Grazie alla redazione di ArsTeXnica per la cura dell'articolo.
Lavorone, come sempre
Grazie a quanti, in maniera libera e gratuita, hanno elaborato e messo a disposizione i programmi che uso quotidianamente

Ringraziamenti

Grazie alla redazione di ArsTEXnica per la cura dell'articolo. Lavorone, come sempre

Grazie a quanti, in maniera libera e gratuita, hanno elaborato e messo a disposizione i programmi che uso quotidianamente

Grazie a Massimiliano Dominici e Silvia Maschio: la mia "avventura" nella produzione degli ebook è iniziata con Max proprio grazie a Silvia

Ringraziamenti

Grazie alla redazione di ArsTEXnica per la cura dell'articolo. Lavorone, come sempre

Grazie a quanti, in maniera libera e gratuita, hanno elaborato e messo a disposizione i programmi che uso quotidianamente

Grazie a Massimiliano Dominici e Silvia Maschio: la mia "avventura" nella produzione degli ebook è iniziata con Max proprio grazie a Silvia

Grazie, infine, a voi per il vostro ascolto, il vostro supporto e la vostra sopportazione

Domande?

C'è qualcosa su cui non sono stato chiaro?
Oppure qualcosa che vorreste approfondire in pochi secondi?
Per tutto questo sono qui, per il resto c'è l'email:
g.pignalberi@gmail.com