

# ΟΜΑΔΑ 25

Παράλληλη Επεξεργασία

Εργασία 2020

ΦΟΥΝΤΖΟΥΛΑ ΑΝΤΩΝΙΑ	1059677
ΒΥΘΟΥΛΚΑ ΒΑΡΒΑΡΑ	1059552
ΛΑΜΠΡΟΥ ΧΡΗΣΤΟΣ	1047177
ΝΤΟΥΡΟΥ ΣΤΥΛΙΑΝΗ	1059651

## Παραλληλοποίηση

Η συνάρτηση `check_in` χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της λίστας `korifi` που έχει όλους τους κόμβους και προσθέτει στην λίστα `S` τους κόμβους με μηδενικό βαθμό εισερχομένων ακμών. Αυτό το κομμάτι παραλληλοποιείται επειδή πολλαπλά νήματα μπορούν να ελέγχουν τους βαθμούς των κορυφών και να εκτελέσουν την ανωτέρω διαδικασία.

Ο κώδικας μέσα στη δομή επανάληψης `while` παραλληλοποιείται ολόκληρος επειδή τα δεδομένα μεταφέρονται από την (προσωρινή) λίστα `S` στην τελική λίστα `L`. Η διαγραφή κορυφής από την `S` και η εισαγωγή στην `L` είναι μια διαδικασία που μπορεί να παραλληλοποιηθεί με πολλαπλά νήματα. Μεσ στον παράλληλο κώδικα υπάρχει μια εντολή που εντάσσεται στην κρίσιμη περιοχή, συγκεκριμένα η συνάρτηση `decrease` η οποία μειώνει τον βαθμό εισερχομένων ακμών στον κόμβο που δίνεται ως όρισμα, οπότε χρησιμοποιείται η εντολή `#pragma omp critical` έτσι ώστε η `decrease` να εκτελείται μόνο από ένα νήμα κάθε φορά. Εάν η προαναφερθείσα εντολή δεν ήταν στην κρίσιμη τότε δεν θα υπήρχε σωστή ενημέρωση των βαθμών εισερχομένων ακμών και, συνεπώς, της τελικής διάταξης.

Ο έλεγχος που γίνεται στο `for` που βρίσκεται μέσα στο `while` είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί από πολλαπλά νήματα ταυτόχρονα για αυτό τοποθετήσαμε την εντολή `#pragma omp parallel for`.

## Δειγματοληψία

Το σύστημά μας:

CPU: Intel-Core i7-6700K @4.00 GHz (8 cores) RAM: 16 GB RAM OS: Ubuntu 18.04.1 LTS
--

Παρακάτω παρατίθενται οι χρόνοι εκτέλεσης του προγράμματος για διαφορετικές συνθήκες (νήματα, βελτιστοποίηση).

Παρατηρούμε ότι η βέλτιστη απόδοση είναι η υλοποίηση με 4 νήματα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο χρόνος δημιουργίας και διαμοιρασμού διεργασιών καθυστερεί το πρόγραμμα όταν έχουμε παραπάνω νήματα. Επιπλέον παρατηρείται ένα lag-spike λόγω διεργασιών που εκτελούνται στο παρασκήνιο από το σύστημα.

Για τη δειγματοληψία χρησιμοποιήσαμε γράφημα με 1300 κόμβους, 83.354 ακμές και 100 εκτελέσεις του προγράμματος.

Για περαιτέρω πληροφορίες επισυνάπτεται και το αρχείο δεδομένων που χρησιμοποιήσαμε για τα διάγραμματα.

THREADS									
2			4			8			1
O0	O1	O3	O0	O1	O3	O0	O1	O3	Serial
1,006011572	0,447287283	0,443012994	0,975562168	0,439415326	0,435327808	1,017890097	0,463499251	0,476528284	1,03602276
1,00502723	0,445015432	0,447242457	0,976965421	0,440246791	0,4348888	1,205579028	0,488603447	0,498336148	1,038985693
1,005495955	0,449242844	0,447777226	0,975243281	0,437786055	0,432998204	1,095109992	0,481540383	0,508691275	1,040346188
1,018010472	0,451401047	0,46481529	0,973806387	0,436714126	0,43664282	1,069633517	0,471346501	0,476752716	1,039741074
1,002885767	0,446840453	0,44620901	0,973883376	0,437160171	0,438018251	1,098324802	0,472274529	0,486037107	1,039447183
1,004534556	0,446420686	0,445781822	0,973888433	0,438816165	0,448257768	1,083875437	0,469589373	0,490421556	1,099215195
1,00527403	0,444137509	0,445782935	0,973394386	0,439441882	0,436773665	1,058185043	0,477513937	0,485802736	1,037001634
1,010806714	0,445900038	0,448234408	0,980559061	0,43846295	0,435959161	1,026565225	0,473960265	0,472079226	1,03745353
1,006384013	0,445936297	0,444355975	0,972770966	0,437023085	0,437445396	1,045636767	0,479785448	0,479033261	1,038419581
1,004349382	0,44599349	0,444519983	0,976897099	0,4391325	0,434191542	1,04637413	0,479967712	0,48347272	1,037760519
1,002485164	0,444874918	0,443583232	0,975096249	0,438146046	0,438118198	1,041898804	0,472241903	0,492537227	1,040295328
1,009934943	0,447051899	0,44902023	0,973300912	0,436570464	0,434952687	1,026958676	0,49221641	0,476916383	1,037316069
1,006096218	0,445648124	0,447231683	0,974425995	0,440227515	0,437000096	1,051792112	0,484513769	0,485408395	1,030578662
1,004504274	0,445310013	0,442844779	0,977638222	0,438779942	0,437349665	1,041723418	0,489546058	0,474121462	1,040566196
1,006923715	0,446621718	0,446710536	0,970912147	0,438169101	0,434759586	1,029900161	0,48444971	0,492397817	1,039446663
1,014607661	0,444720091	0,443067836	0,987499688	0,439246289	0,43566495	1,034533529	0,479902056	0,486314922	1,04004519
0,999407043	0,451439854	0,446386138	0,97775109	0,436866623	0,434078174	1,03104694	0,48806904	0,48072151	1,038191582
1,004984648	0,450464773	0,44357408	0,971207292	0,439805794	0,43867468	1,050820824	0,480395341	0,484526726	1,040272038
1,004094047	0,457777164	0,446266069	0,977257096	0,437446104	0,436212193	1,029965542	0,478804239	0,480572294	1,041142319
1,011937909	0,449778666	0,443757013	0,972533335	0,43828044	0,462504396	1,034642815	0,477354888	0,470782924	1,040182846
1,002498564	0,446687579	0,44320385	0,97376135	0,438360915	0,43718985	1,070179962	0,486161572	0,494955783	1,037735721
1,004987703	0,452827852	0,451442499	0,975062772	0,4386703	0,453073307	1,049042302	0,47548161	0,480739229	1,036123001
1,014081507	0,447347647	0,445053299	0,974643529	0,439063708	0,438667447	1,085200091	0,468126255	0,499901437	1,038136917
0,996780707	0,446685384	0,446052438	0,975379526	0,440030843	0,435098237	1,043434044	0,479212735	0,47671388	1,037978204
1,005573825	0,444848192	0,443763381	0,976782631	0,435529694	0,434783472	1,076148125	0,475662947	0,49525741	1,04010995
0,997183225	0,467566572	0,447143322	0,970279411	0,438047562	0,434163987	1,064925898	0,481279726	0,491198635	1,035403144
1,036005202	0,449846061	0,443772914	0,973821297	0,438658341	0,437697236	1,078146993	0,474948328	0,475590753	1,037688025
1,003725685	0,453612969	0,444935635	0,977552572	0,439327586	0,438952531	1,068712864	0,491188039	0,498360942	1,039640733
1,003339474	0,450167772	0,444943093	0,972285794	0,438515993	0,435720763	1,064817183	0,476534568	0,468476689	1,039206024
1,003716128	0,450473894	0,445650883	0,97515094	0,437277388	0,436003063	1,04756958	0,487072022	0,477613236	1,039712544
1,007311533	0,45110011	0,445314302	0,976792332	0,437387763	0,439739575	1,040680122	0,470611336	0,479404238	1,038134928
1,0048388	0,452060361	0,443386248	0,973826608	0,439362128	0,43665132	1,052916725	0,472050763	0,491467099	1,036941611
1,015591306	0,454111668	0,442877559	0,97725177	0,437780485	0,435665949	1,091009304	0,482028803	0,479789454	1,039709988
1,00462337	0,452244405	0,448065646	0,97172502	0,438782646	0,435797665	1,052401437	0,483164151	0,486384334	1,038700662
1,02150216	0,447426218	0,441921305	0,973861217	0,439593838	0,437264311	1,048709705	0,490521287	0,480080188	1,040011265
1,005189621	0,449439853	0,447301592	0,977285304	0,437818479	0,435553967	1,048849247	0,475309559	0,471353957	1,039594895
0,997983444	0,449526109	0,44643483	0,976155061	0,438374812	0,435191086	1,057869901	0,486137789	0,490450311	1,036335046
1,005633102	0,449202559	0,444525174	0,978497207	0,440707074	0,434949029	1,052989827	0,481804798	0,482030154	1,036793645

1,000010683	0,453113644	0,443267066	0,975774067	0,438332303	0,437556001	1,082872885	0,487548652	0,487397861	1,038184961
1,005925307	0,453083881	0,444719197	0,972004334	0,439178994	0,43736283	1,052539583	0,483321072	0,482822893	1,039998753
1,032428393	0,449750956	0,449803366	0,97519785	0,437057546	0,435214987	1,057232097	0,486570115	0,479709397	1,03983375
0,99834144	0,451339261	0,445044565	0,976894694	0,437371544	0,434641184	1,056329688	0,484213159	0,520582678	1,03675795
1,003131486	0,448151312	0,443943738	0,972082353	0,438344309	0,436227944	1,063265431	0,473097569	0,526575334	1,039341581
1,006416523	0,450069806	0,442763792	0,975682837	0,439751604	0,437465101	1,057952969	0,46703199	0,476320083	1,040904532
0,999435152	0,447316528	0,448945797	0,975501908	0,437053224	0,437076078	1,064852036	0,47672697	0,49776317	1,041339674
0,996281971	0,446642696	0,44583842	0,974990938	0,437881975	0,438635989	1,088919125	0,474392331	0,476780919	1,038147627
1,007357955	0,446791413	0,448883205	0,978935943	0,439000848	0,435548444	1,063864233	0,506184655	0,48758049	1,036423834
0,998141761	0,460953464	0,446929518	0,976573345	0,439082008	0,434841703	1,054935122	0,494519279	0,483907299	1,040418873
0,995699783	0,45648668	0,444396981	0,97751012	0,437547792	0,435579365	1,071055576	0,563587809	0,491269241	1,041711051
1,004171171	0,450979574	0,443516114	0,975873694	0,43968654	0,43833113	1,094252758	0,519705855	0,48000189	1,03944045
0,998817468	0,460912244	0,443307263	0,978264468	0,439930242	0,440262434	1,05541314	0,488655079	0,474462332	1,040184673
1,00613734	0,477454406	0,444752663	0,972933707	0,438643337	0,434858565	1,088309009	0,480159982	0,480317701	1,04122707
1,005166719	0,454721791	0,446792187	0,973933204	0,437974059	0,440314299	1,071869508	0,624439586	0,477430969	1,04069796
1,006696111	0,445996065	0,4499868	0,977119738	0,437970748	0,43644832	1,089619149	0,507882078	0,47093323	1,045247775
1,004272071	0,44608062	0,446165809	0,978231074	0,43755467	0,438588246	1,069081694	0,477307915	0,496359189	1,040938131
1,005484324	0,447277346	0,442473414	0,97544011	0,440692854	0,435978233	1,063247427	0,602013202	0,497918322	1,038109897
1,005368451	0,448041898	0,452650826	0,972959585	0,43826756	0,437970236	1,07576396	0,506633841	0,4815917	1,039377853
1,004710754	0,453552394	0,445969434	0,970706136	0,440074099	0,436171657	1,066317405	0,578916759	0,477880995	1,040609957
1,005804998	0,447446133	0,45039585	0,971442962	0,439427458	0,438222272	1,084689281	0,591012476	0,47749295	1,041180998
1,000333429	0,448702925	0,448457423	0,971813254	0,437960316	0,437646829	1,058696714	0,503127137	0,487114146	1,042199612
0,998669162	0,45805419	0,452482134	0,972733593	0,438700953	0,435878682	1,053661031	0,48557934	0,469408326	1,038537239
1,004454127	0,446946301	0,446738748	0,977567896	0,436802351	0,437443718	1,083907378	0,487041965	0,480164489	1,08500277
1,002249296	0,444842611	0,451036721	0,976766962	0,438570492	0,444937819	1,088426144	0,517660613	0,477266695	1,040243286
1,006531124	0,445780641	0,442771726	0,978828098	0,440764845	0,433067226	1,061855239	0,61156557	0,481329594	1,039816005
1,007187378	0,446358715	0,442852736	0,974825449	0,437606346	0,434438446	1,073290956	0,483669942	0,474754624	1,037483235
0,996184637	0,446727305	0,443418652	0,973375657	0,438824157	0,439796086	1,064094694	0,483704552	0,469597319	1,03909369
0,998187842	0,454987801	0,443777512	0,975276917	0,437697092	0,437024227	1,064144707	0,47343559	0,504802652	1,040443045
1,004085122	0,44568284	0,44368263	0,973737682	0,437682583	0,439318591	1,062814196	0,475639177	0,492928413	1,038289889
0,99863782	0,447585754	0,446434073	0,978258418	0,439749532	0,434663027	1,097850875	0,484379644	0,480898748	1,038890303
1,004665563	0,446915749	0,443591416	0,972998519	0,439236144	0,438833168	1,057606978	0,490658228	0,479604618	1,039473127
0,994465608	0,445727957	0,442790209	0,973547312	0,438501692	0,436079243	1,083984836	0,482004939	0,491564909	1,036643539
0,997127811	0,448721311	0,444831991	0,978316893	0,439556939	0,435941116	1,171035952	0,489050753	0,4829902	1,037219991
0,994448325	0,44726101	0,451491871	0,975729725	0,438682419	0,43860586	1,057916232	0,485656348	0,485212894	1,034768093
1,021929973	0,445940579	0,442510967	0,971969114	0,440576335	0,436113115	1,057313092	0,481181712	0,499249283	1,036884927
1,005322811	0,446089767	0,446078238	0,976016414	0,439189737	0,43826244	1,088750758	0,479998535	0,471060938	1,0335822
1,006915338	0,447792267	0,445711899	0,974950008	0,437290296	0,438433129	1,053704503	0,482587284	0,488201603	1,037747732
1,004482116	0,445064026	0,44437067	0,973464656	0,440711658	0,437420371	1,089175634	0,475597041	0,479885989	1,03772373
1,004845004	0,44816928	0,442262357	0,972838572	0,438897276	0,438472406	1,075533654	0,480689227	0,49036037	1,037885802
1,002992572	0,446419236	0,445660321	0,972315845	0,437098011	0,437045127	1,064975079	0,485248335	0,489511534	1,037528899

1,004058646	0,452035672	0,442283345	0,977249012	0,436996366	0,440004166	1,07998402	0,482911594	0,489203123	1,04074359
1,002373022	0,449928785	0,444732196	0,980332659	0,441826301	0,439818663	1,056156961	0,474882336	0,483896727	1,041081929
1,006454268	0,454487465	0,452409645	0,973880387	0,440122292	0,437912611	1,064576086	0,474898772	0,477830772	1,041175785
1,00537597	0,451157842	0,444387344	0,972756928	0,442163681	0,435860828	1,090983997	0,49270443	0,497414937	1,040874947
1,00749021	0,450728953	0,44277541	0,979468346	0,438184375	0,438362285	1,097730298	0,493504578	0,475062356	1,082498529
1,004898359	0,449810344	0,441758966	0,976896116	0,436965825	0,436160692	1,062134697	0,476547214	0,496331508	1,044809746
1,006471233	0,458461427	0,453032223	0,977087138	0,439845256	0,43528486	1,060771408	0,492372741	0,487463302	1,037599044
1,004250679	0,462312757	0,441092827	0,976353197	0,4418639	0,43523568	1,074905367	0,499788245	0,479520801	1,039158363
1,032523093	0,454211749	0,445518859	0,972824893	0,438550084	0,440275646	1,077689973	0,473699579	0,486627102	1,038529724
1,006827782	0,455330808	0,442225859	0,974660882	0,443919738	0,434750242	1,055845161	0,493574093	0,489014802	1,039910648
1,006995016	0,450815261	0,460942053	0,977405172	0,438244148	0,432662245	1,055714457	0,479685317	0,47904886	1,081512258
1,002206083	0,455735494	0,447878163	0,974455495	0,437586055	0,439893692	1,083179639	0,494844817	0,490841984	1,041497022
1,00445197	0,44936923	0,442809995	0,975032883	0,436806643	0,434617431	1,056661239	0,481140826	0,472675753	1,041049196
0,9991727	0,474473678	0,442615468	0,975333987	0,441626383	0,43876329	1,049169208	0,480559654	0,499810324	1,039759686
1,000436167	0,456762661	0,451705666	0,972680865	0,443621745	0,43600177	1,059582802	0,491290933	0,497730184	1,038585109
1,006336389	0,450463389	0,442470071	0,977943134	0,442004403	0,436495181	1,06051805	0,49313894	0,498454908	1,040035751
0,999409599	0,467081261	0,443144474	0,977903188	0,437550276	0,43839126	1,053627994	0,491689244	0,483413752	1,036265616
0,998173162	0,450380773	0,444961058	0,973673608	0,440854174	0,437806303	1,065989328	0,48545376	0,483263601	1,037472894
1,009922454	0,455908274	0,441341421	0,982529755	0,438290077	0,440991472	1,095677953	0,499771625	0,485621196	1,037662293
1,003629087	0,458375112	0,450662822	0,975096073	0,4421624	0,434896751	1,057056532	0,481341661	0,485840324	1,038810761
0,997982806	0,450468973	0,444202451	0,971427392	0,439520668	0,440858501	1,077855276	0,496156011	0,480627987	1,037465253

# AVERAGE TIMES

2			4			8			1
O0	O1	O3	O0	O1	O3	O0	O1	O3	Serial
1,005173	0,450753	0,445904	0,975291	0,438847	0,437437	1,06631	0,490652	0,485219	1,040864

