

PËRPUNIM INTENSIV I TË DHËNAVE VALORE NË CLOUD

***BOZO (HAJDËRI) L., KIKA A., NINKA I.**

Universiteti i Tiranës, Fakulteti i Shkencave të Natyrës, Departamenti i Informatikës

e-mail: ledia.hajderi@fshn.edu.al

Përmbledhje

Ka kërkesë të lartë në zhvillimin e sistemeve kompjuterike të mëdha dhe të shkallëzuara, e cila ka sjellë dizajnime dhe zhvillime të ndryshme të ndryshme të programimit për aplikacione intensive me shumë të dhëna. Ne kemi studiuar modele të ndryshme programimi në Cloud, ku përfshihen MapReduce, BSPCloud dhe Dryed. Ky punim ka për qëllim të vlerësojë një model programimi të përshtatshëm për përpunim intensiv të dhënash valore në Cloud, të bazuar në një rast studimi të IGJEUM. Rekomandohet përdorimi i modelit Dryed, i cili ofron fleksibilitet dhe kontroll të gjithë procesit dhe hapat e nevojshëm për adaptimin e tij.

Abstract

There are high requirements in building large scale computer systems that have led to the design and development of diverse programming models for massive data-intensive applications. We survey different programming models for the Cloud, including MapReduce, BSPCloud and Dryed. This paper aims to evaluate a proper programming model for intensive wavelength data processing in the Cloud, based on an IGJEUM case study. It is recommended Dryed model, which provides flexibility and control throughout the process and necessary steps for its adoption.

Fjalëkyçe: Cloud, model, programimi, llogaritje intensive, përpunim masiv të dhënash.

Hyrje

Një nga sfidat me të cilën ndeshen organizatat e sotme, është ndërtimi i sistemeve kompjuterike të mëdha dhe të shkallëzuara për të përmbushur kërkesat në rritje për depozitim masiv dhe përpunim të dhënash në llogaritje komplekse të aplikimeve intensive.

Kërkesat gjithnjë në rritje në qendrat e të dhënave kanë motivuar zhvillimin e Cloud Computing (Buyya, 2009). Sipas NIST, "Cloud Computing" përfaqëson një model që mundëson akses të përshtatshëm në rrjet, sipas kërkesës, në një tërësi burimesh të konfigurueshme (si psh. rrjeta, servera, kujtesë, aplikime dhe shërbime), që mund të bëhen gati dhe të lirohen me përpjekje minimale menaxhimi apo bashkëveprimi me ofruesin e shërbimeve (Mell & Grance, 2009). Në varësi të infrastrukturës që do të ndërtojnë organizata, merr me qera pajisje fizike kompjuterike, programe apo

platformë programesh të cilat do të menaxhohen nga një palë e tretë (ofrues të cloud) si psh. Microsoft, Google, Amazon etj.

Një pjesë e organizatave e kanë konceptuar dhe përdorur “Cloud”-in vetëm si një mundësi për të migruar të dhënat e tyre drejt qendrave të mëdha të të dhënave, pa shfrytëzuar të gjithë kapacitetin dhe mundësitë që ofron Cloud në përpunimin masiv të të dhënave dhe llogaritjet intensive (Patterson, 2008).

Me rritjen dhe zhvillimin e qendrave të mëdha të të dhënave, lindi sfida e gjetjes së modelit të programimit më të përshtatshëm që na mundëson optimizim në përpunim të dhënash duke fshehur detajet e mjedisit fizik kompjuterik.

Ky punim synon të trajtojë modelimin e rastit të studimit të përpunimit intensiv të të dhënave valore të Institutit IGJEUM. Janë studiuar dhe analizuar disa modele programimi në Cloud për të vlerësuar një zbatim të përshtatshëm të tyre për këtë rast studimi.

Modele Programimi

Modeli MapReduce

MapReduce është një nga modelet më popullore të programimit të hartuar për këtë qëllim. Është propozuar fillimisht nga Google për të trajtuar aplikimet me shkallëzim të lartë për kërkim në web dhe është provuar si një model programimi efektiv për zhvillimin e zbulimit të njohurive (data mining) dhe programeve që aplikojnë të mësuarit e vazhdueshëm në qendrat e të dhënave.

MapReduce i lejon programuesit të konceptojnë të dhënat sipas një modeli qendror: ata fokusohen në aplikimin e transformimeve të grupeve të të dhënave, dhe lejon që detajet e ekzekutimit të shpërndarë dhe komunikimit nëpërmjet rrjetit të trajtohen nga struktura e MapReduce.

Përpunimi i të dhënave në paralel rekomandohet të realizohet duke përdorur një grup nyjesh, ku secila ekzekuton punë në paralel dhe shmang zhvendosjen e vëllimeve të mëdha të të dhënave në rrjet drejt një përpunimi qendror. Ky përpunim kërkon bashkërendim të kujdesshëm në ndarjen e punëve dhe mbledhjen e rezultateve. MapReduce përfiton nga përdorimi i nyjeve të shumta që konkurrojnë paralelisht dhe shmang lëvizjen e të dhënave në rrjet, duke ndarë punët në dy faza, çiftim dhe reduktim (map / reduce), (Dean & Ghemawat, 2004; Condie, 2010):

Në fazën e parë, të dhënat ndahen në shumë çifte të trajtës çelës / vlerë.

$$\text{çiftim} :: (\text{çelës}1, \text{vlerë}1) \Rightarrow \text{list}(\text{çelës}2, \text{vlerë}2)$$

Në fazën e dytë, kombinohen rezultatet e gjeneruara në hapin e parë.

$$\text{reduktim} :: (\text{çelës}2; \text{list}(\text{vlerë}2)) \Rightarrow \text{list}(\text{vlerë}3)$$

Modeli MapReduce planifikon gjatë ekzekutimit shpërndarjen e komponenteve drejt nyjeve për ekzekutim dhe përballet me sfida si: paralelizimi, komunikimi në rrjet dhe menaxhimi i dështimeve.

Veprimet sipas modelit MapReduce nuk përfshijnë punë interaktive, pasi zakonisht duhet kohë për të përpunuar vëllime të mëdha të dhënash.

Të gjitha problemet e formuluar në këtë mënyrë mund të paralelizohen automatikisht. Hadoop është një platformë programimi e hapur që mbështet programe të shpërndara dhe implementon MapReduce.

Modeli BSPCloud

Modeli BSP (Bulk Synchronous Parallel) është propozuar fillimisht nga Harvard. Qëllimi i tij fillestar ishte bashkimi i programeve për llogaritje në paralel me arkitekturën (Costa (2005)). BSPCloud ndryshe nga modeli BSP përdor mekanizëm hierarkik komunikimi, që e realizon komunikimin ndërmjet nyjeve më të afërta. Modeli ka tre komponentë të pavarur dhe të ndërvarura: (a) një bashkësi çiftesh procesor / kujtesë, (b) një rrjet që ofron komunikim pikë-për-pikë (c) sinkronizim që përdoret për sinkronizimin e të gjitha ose të një pjese të komponentëve (Liu (2012)).

Llogaritja e modelit BSP përbëhet nga një sekuencë super-hapash, ekzekutimi i të cilave ndahet në:

1. Çdo llogaritje në procesor në nivel lokal përdor vetëm të dhënat lokale.
2. Komunikimi realizohet ndërmjet procesorëve.
3. Sinkronizimi, i cili siguron që të dhënat janë dërguar në destinacion.

Avantazhet e modelit BSPCloud janë kryesisht në tri aspekte:

- Performanca e modelit të programimit BSPCloud është e parashikueshme. Programuesit mund të mbështeten në një model kostoje të thjeshtë por realist.
- BSPCloud përdor mekanizëm hierarkik komunikimi. Gjatë kalimit të mesazheve nuk ka situata bllokuese.
- Është e lehtë për t'u programuar (Liu (2013)).

Modeli BSPCloud përshtatet me një shumëllojshmëri të gjerë programesh.

Modeli Dryad

Dryad është një projekt kërkimor i shpërndarë, me performancë të lartë dhe me natyrë të përgjithshme, që është projektuar nga grupi kërkimor i Microsoftit me qëllim ekzekutimin e programeve me të dhëna masive të trajtuara në paralel. DryadLINQ u mundëson zhvilluesve implementimin e programeve Dryad në kodin e menaxhuar duke përdorur një version shtesë të modelit të programimit LINQ dhe API.

Një program i hartuar për Dryad modelohet si një grafik i drejtëpërdrejtë jociklik (DAG), që kombinon nyje kompjuterike me kanalet e komunikimit.

Grafi DAG përcakton rrjedhën e punës së programit, ndërsa nyjet e grafit përcaktojnë veprimet që do të kryhen mbi të dhënat. Dryad ekzekuton programin duke aplikuar si nyje të këtij grafi një bashkësi kompjuterash në dispozicion, që komunikojnë nëpërmjet skedarëve, linjave TCP, dhe kujtesave të përbashkëta të tipit FIFO.

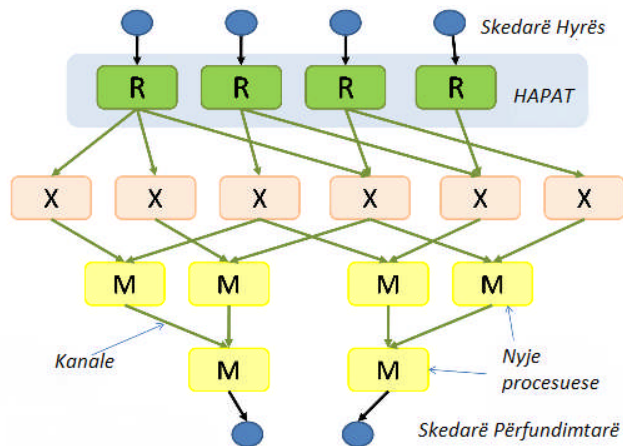


Figura1 Struktura e punës së Dryad (Burimi: Microsoft Research)

Zhvillimi i punës në këtë model bashkërendohet nga një proces i quajtur "Menaxheri i punës", që ekzekutohet ose në grupin e nyjeve ose në kompjuterin e përdoruesit që ka qasje në rrjetin e grupit. Menaxheri i punës mundëson ndërtimin e grafit për planifikimin e punës në burimet e disponueshme duke përdorur libraritë e vëna në dispozicion nga Dryad. Të gjitha të dhënat dërgohen direkt ndërmjet nyjeve dhe Menaxheri i punës është përgjegjës vetëm për vendimet e kontrollit, pa u bërë pengesë për transferimet e të dhënave.

Modeli Dryad mbështet dhe zgjidh shumë prej problemeve të vështira të krijimit të një rrjeti të madh të shpërndarë si: organizimi i burimeve, dërgimi i të dhënave ku janë të nevojshme, optimizimi i veprimeve të njëkohshme brenda pajisjes kompjuterike, si dhe trajton situatat e dështimeve apo bllokimeve. Dryad ka shumë mekanizma të përdorshëm për transportin e të dhënave ndërmjet nyjeve kompjuterike. Ajo mundëson rindërtim dinamik të grafit duke synuar në përsosjen e trajtimit të të dhënave (Israd, 2007; Yu, 2009).

Kontrolli i plotë i Dryad mbi grafin e rrjedhës së të dhënave të programit i jep programuesit mjetet e nevojshme për të optimizuar koston oportune mes paralelizmit dhe shpërndarjes masive të të dhënave. Modeli Dryad arrin një performancë të shkëlqyer nga një kompjuter me shumë procesorë në grupe të përbëra nga mijëra kompjutera.

Rast studimi

Departamenti i sizmologjisë pranë institutit IGJEUM ka një bazë të pasur të dhënash të parametrave valore, parametrave vatrore dhe madhësisë së tërmeteve brenda territorit të Shqipërisë dhe rrotull saj. Të dhënat parametrike, si më sipër, vlerësohen në mënyrë të pandërprerë nëpërmjet monitorimit sizmologjik dhe bazohen në analizën sasiore të regjistrimit instrumental valor. Llogaritja e vlerave të tyre është produkt i aplikimit të metodave analitike të njohura, në menyrë iterative dhe interaktive, të aplikuara në programe llogaritëse të çertifikuar dhe të njohur globalisht. Vlerësimi i magnitudës realizohet duke aplikuar modele të njohur parametrik si ai Richter & Gutenberg (1956) dhe Eaton (1992).

Informacioni instrumental valor përftohet nëpërmjet një rrjeti stacionesh lokale, ku përfshihen: stacioni sizmologjik qendror i Tiranës, B. Currit, Pukës etj. Në analizë përfshihen edhe të dhënat valore të regjistruara e përcaktuara nga disa stacione sizmologjike të rajonit dhe Mesdheut, të cilët i përkasin rrjetit sizmologjik të Universitetit “Aristotel” të Selanikut, rrjetit sizmologjik Italian të menaxhuar nga Instituti Kombëtar i Gjeofizikës dhe Vullkanologjisë, si edhe stacione të rrjetit sizmologjik të Observatorit Sizmologjik të Malit të Zi. Do të ishte me interes që të ruheshin të gjitha format valore të stacioneve vendase, vendeve fqinje dhe më gjerë në mënyrë që të realizohen statistika dhe modelime më të sakta të të dhënave. Për këtë arsye është e nevojshme fuqi e madhe procesuese dhe performancë më e lartë në llogaritje e cila mundësohet nga zbatimi i llogaritjeve komplekse në Cloud.

Qëllimi i këtij rasti studimi qëndron në analizimin e modeleve të programimit në Cloud për të përzgjedhur një model të përshtatshëm zbatimi të këtij studimi që krijon një strukturë të optimizuar, fsheh kompleksitetin, rrit performancën nëpërmjet paralelizimit të përpunimit të të dhënave sipas skemës së mëposhtme:

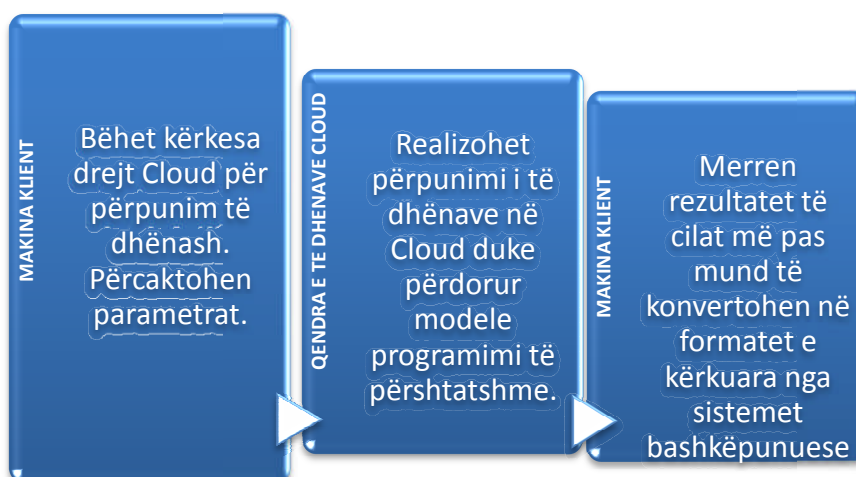


Figura 2. Modelimi i përgjithshëm i rastit të studimit.

Analizim i modeleve të programimit në Cloud

Të gjitha modelet e programimit në Cloud të parashtruara më sipër ofrojnë sisteme të shpërndara, që mundësojnë ekzekutimin e punës në paralel në mënyrë të njëkohëshme duke fshehur kompleksitetin e strukturës.

Modeli BSPCloud përshtatet për të realizuar menaxhim automatik të kujtesës dhe balancim të mirë të punës. Një nga përparësitë më të rëndësishme të modelit BSPCloud, në krahasim me MapReduce dhe Dryad është parashikimi i performancës. Kostoja e modelit është e matshme për çdo super-hap dhe varet nga tre parametra p (numri i çifteve procesor / kujtesë), g (konstante që përcakton performancën e rrjetit) dhe l (koha globale e sinkronizimit).

MapReduce e aplikuar në Hadoop është shfaqur si një platformë e hapur për analizimin e të dhënave të pastruara në vëllime të mëdha me kosto të ulët. Ndryshe nga modelet pasardhëse MapReduce ka një komunitet të gjerë përdoruesish në Hadoop, të cilët e përdorin me sukses këtë platformë.

Përveç elementëve pozitivë, duhet theksuar se konceptimi i modelit MapReduce nuk mundëson realizimin e detyrave interaktive pasi duhet kohë për të procesuar vëllime të mëdha të dhënash. MapReduce ka disa limitime si psh. lloji i të dhënave input. Gjatë zhvillimit të punës është e detyrueshme përfundimi i fazës së çiftimit për një nyje specifike, përpara se të kalohet në fazën e reduktimit. Nëse të dhënat që janë duke u përpunuar në fazën e çiftimit, kanë vonesë në ekzekutim ose në transferimin e tyre, kjo kosto do të mbartet në fazën e dytë të reduktimit.

Në ndryshim nga MapReduce, Dryad ofron një model programimi të ndryshëm që lejon të bëhen specifikime në nivel të ulët. Rrjedhimisht Dryad i ofron më shumë fleksibilitet programuesit në përcaktimin e llojit të llogaritjes së shpërndarë dhe mekanizmave të transportit.

Dryad realizon një trajtim më të kujdesshëm të rasteve të dështimit të punës në nyje të ndryshme. Menaxheri i punës njoftohet në rastet e dështimeve dhe merr masa për zgjidhjen e problemit në mënyrë dinamike, duke siguruar saktësi në trajtimin e çdo rasti dhe rezultat të njëjtë në çdo ekzekutim. Modeli MapReduce është më përgjithsues në situata të tilla pasi nuk ka kontroll të plotë mbi zhvillimin e procesit sikurse Dryad. Modeli BSPCloud e ka konceptuar zhvillimin e punës dhe sinkronizimin në një trajtë të veçantë nga modelet e mëparshme. Ky model paraqet mundësi të reja dështimi të punës si kosto e sinkronizimit të nyjeve.

Një aspekt negativ i Dryad është nevoja e liçensimit për të dhe “Windows Server” për grupin e nyjeve përpunuese, ndërsa aspekti më i rëndësishëm i Dryad që e dallon atë nga modelet e tjera është kontrolli i plotë që ai i jep programuesit mbi grafën e rrjedhës së të dhënave. Kjo është e rëndësishme për algoritme që nuk mund të zhvillohen sipas modelit çift dhe redukt. Gjithashtu Dryad mund të përdoret si një bazë për ndërtimin e modeleve të nivelit më të lartë, duke lehtësuar përdorimin e këtij modeli.

Diskutime

Në rastin tonë të studimit, mund të adaptojmë sipas modeleve të mësipërme pjesë të rëndësishme të strategjisë së përpunimit. Rezultati i marrë nga çdo format mund të konvertohet në forma të përshtatshme për t'u përshtatur për përdorim nga sisteme të tjerë.

Me qëllim që të arrihet përpunim i optimizuar me performancë të lartë të të dhënave secili nga proceset e punës si: llogaritjet matematikore komplekse dhe zbatimi i GIS, mund të modelohet sipas skemës së përgjithshme (Fig. 2).

Duke u nisur nga analiza e mësipërme modeli MapReduce dhe aplikimi i tij në Hadoop rezulton me një kosto të ulët për zbatim në rastin tonë të studimit, por MapReduce ka disa limitime në tipin e të dhënave dhe nuk na jep mundësi kontrolli mbi rrjedhën e punës sikurse Dryed.

Modeli BSPCloud na jep një performancë të matshme, por nga studimet e grupit kërkimor të Microsoft na rezulton se performanca e algoritmeve të shpërndarjes së Dryad është afërsisht lineare kur realizojmë modele llogaritje më komplekse sesa MapReduce.

Duke marrë në konsideratë mundësinë e studimeve të mëtejshme shkencore në këtë fushë, aplikimin e DryadLINQ në lehtësimin e implementimit të Dryed, si dhe mundësitë që na ofron Dryed në procesimin e imazheve, llogaritjet matematikore komplekse dhe zbatimin e GIS, mendojmë se ky model është i përshtatshëm për t'u aplikuar në këtë studim.

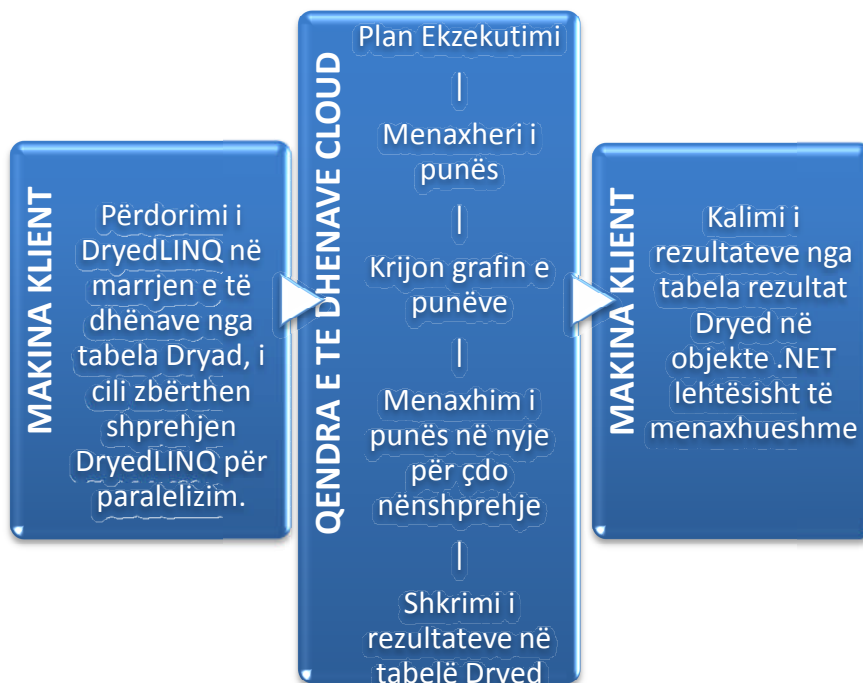


Figura 3. Modelimi specifik i rastit të studimit.

Propozohet që modelimi i mësipërm të kalojë në këto hapa procesimi:

- Thirret aplikimi në klient, i cili krijon një objekt DryadLINQ.
- Aplikimi thërret tabela Dryed, të cilat do të përdoren si të dhëna fillestare për përpunimin e të dhënave valore.
- Tabela Dryed, është konfiguruar në mënyrë që të thërrasë DryadLINQ për ekzekutim në paralel.
- DryadLINQ kompilon kërkesën për përpunimin e të dhënave valore në një plan ekzekutimi Dryed, i cili shpërbën shprehjen fillestare LINQ në nënshprehje, ku secila prej tyre do të ekzekutohet në një nyje të grafit.
- Plani i ekzekutimit thërret menaxherin e punës.
- Menaxheri i punës krijon grafin sipas planit të propozuar duke planifikuar nyjet sipas burimeve të lira.
- Secila nga nyjat ekzekuton planin e saj të përcaktuar nga menaxheri.
- Pasi përpunimi përfundon me sukses të dhënat shkruhen në një tabelë Dryed e cila mban detajet e rezultateve .
- Menaxheri i punës i kalon kontrollin DryadLINQ.
- DryadLINQ i kalon kontrollin programit klient, i cili kalon rezultatet nga tabela Dryed në objekte .NET lehtësisht të menaxhueshme për të vazhduar me proceset e tjera të punës.

Në rastet kur ka vështirësi në procesimin e një pjese të të dhënave që do të përdoren për përpunim GIS, menaxheri i punës ripërpunon të dhënat. Në raste dështimesh të vazhdueshme mbas tre tentativash, puna sugjerohet të ndërpritet dhe i kërkohet përdoruesit të vendosë nëse do të lejojë procesimin.

Ekzekutimi i punëve mbështetet në rikonfigurim dinamik të grafit nga menaxheri i punës.

Përfundime

Instituti kërkimor shkencor IGJEUM disponon të dhëna të shumta, mbi të cilat nevojiten të realizohen llogaritje komplekse dhe përpunime GIS, të cilat kanë nevojë për fuqi të madhe përpunuese dhe performancë të lartë në llogaritje që ofrohet nga Cloud.

Pasi analizohen disa modele programimi në Cloud, propozohet përshtatja e modelit të programimit Dryed për përpunimin e të dhënave valore të institutit kërkimor shkencor IGJEUM.

Sugjerohet një model pune, i ndarë në hapa për të përpunuar ato pjesë të punës të cilat kërkojnë shumë burime për përpunim.

Rezultati i marrë nga aplikimi i këtij modeli konsiston në objekte .NET të cilat mund të konvertohet në forma të përshtatshme për t'u përshtatur për përdorim nga sisteme të tjerë.

Literatura

Buyya R., Yeo C.S., Venugopal S., Broberg J., Brandic I., (2009): Cloud Computing and Emerging IT Platforms: Vision, Hype, and Reality for Delivering Computing as the 5th Utility. *Future Generation Computer Systems* 25(6), 599–616

Condie T., Conway N., Alvaro P., Hellerstein J., Elmeleegy K., Sears R. (2010) Yahoo! Research: MapReduce Online

Dean, J., Ghemawat, S., (2004): MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters. In: Proc. of the 6th Symposium on Operating System Design and Implementation

Hadoop, (March 2014), <http://hadoop.apache.org/>

Isard M., Budiu M., Yu U., Birrel A., Fetterly D., (2007): Dryad: Distributed Data-Parallel Programs from Sequential Building Blocks". Microsoft Research

IGJEUM, (March 2014), <http://www.geo.edu.al/>

Liu X., Tong W., HouY., (2012): BSPCloud: A Programming Model for Cloud Computing, IEEE 12th International Conference on Computer and Information Technology

Liu X., Tong W., ZhiRen F., WenZhao L., (2013) : BSPCloud: A Hybrid Distributed-memory and Shared-memory Programming Model, *International Journal of Grid and Distributed Computing*, Vol. 6, No. 1

Mell P. and T. Grance. (2009): The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology, Information Technology Laboratory, Version 15, 10-7-09

Microsoft Research, (March 2014) Dryad, <http://research.microsoft.com/en-us/projects/dryad/>

Patterson D.A., (2008): Technical perspective: the data center is the computer. *Communications of the ACM* 51(1), 105

Varia J., (2008): Cloud Architectures. White Paper of Amazon, jineshvaria.s3.amazonaws.com/public/cloudarchitectures-varia.pdf

V. G. Costa, A. Prinrista and M. Marin,(2005): A parallel search engine with BSP, IEEE

Yu U., Isard M., Fetterly D., Budiu M., (2009): DryadLINQ: A System for General-Purpose Distributed Data-Parallel Computing Using a High-Level Language, Microsoft Research