

ზოგადი გამოყენების სუპერკომპიუტერები, მათი განვითარების ეტაპები და პრაქტიკული გამოყენების სფეროები

ბექარ თიკაშვილი¹

¹დოქტორანტი, ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, კოსტავას 77

bekar.oikashvili@gtu.ge

ანოტაცია: სტატიაში განხილულია ზოგადი გამოყენების სუპერკომპიუტერის როგორც მაღალი წარმადობის გამოთვლითი რესურსის ისტორია, განვითარების ეტაპების და პრაქტიკული გამოყენების მეთოდები. სწორედ სუპერკომპიუტერები თამაშობენ დიდ როლს კაცობრიობის განვითარებაში. მათი საშუალებით ხდება პრობლემების სიმულირებულ გარემოში მოთავსება და მათი ეფექტური და ნაკლებ დანახარჯიანი მეთოდებით გადაწყვეტა, იქნება ეს ამინდის პროგნოზი თუ პანდემიის საწინააღმდეგო ვაქცინის სიმულირება და სინთეზირება.

საკვანძო სიტყვები: სუპერკომპიუტერი, ხელოვნური ინტელექტი, მანქანური სწავლება, ინფორმაციის შესანახი, პარალელულობა.

1. შესავალი

სუპერკომპიუტერების ისტორია და ერა სათავეს იღებს მეოცე საუკუნის სამოციანი წლებიდან როდესაც პირველი წარმატებული სუპერკომპიუტერი CDC 6600 (Control Data Systems 6600) გამოჩნდა. იგი სინამდვილეში შედგებოდა ერთი ცენტრალური პროცესორისაგან თუმცა ქონდა რამდენიმე პერიფერიული პროცესორი რომლებიც აკონტროლებდნენ ინფორმაციის შეტანა-გამოტანას და ასევე აკონტროლებდნენ თუ რა ტიპის მონაცემები გადაცემოდა პროცესორს. აღნიშნული სუპერკომპიუტერი თავის დროისთვის ყველაზე სწრაფი და ეფექტური იყო. მისი წარმადობა აღწევდა სამ მეგაფლოპს (MegaFLOP). აღნიშნული სუპერკომპიუტერები გადაეცათ ისეთ სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებს როგორცაა ლოურენს ლივმორის ნაციონალური ლაბორატორია, ლოს ალამოსის ნაციონალური ლაბორატორია და ცერნი. აღნიშნულმა პლატფორმამ სწრაფად მოიპოვა პოპულარობა და მალე აუცილებელი სისტემა გახდა სამეცნიერო-კვლევით და მათემატიკურ წრეებში. ჯამში აღნიშნული სისტემის 150 ეგზემპლარი იქნა წარმოებული.

რამდენიმე წლიანი მუშაობის შედეგად გამოჩნდა პირველი საერთო მეხსიერების პარალელური სისტემა სახელად Cray X-MP. იგი თავის თავში მოიცავდა ორ ფიზიკურ პროცესორს და მისი გამოშვებიდან, კერძოდ 1982 წლიდან 1985 წლამდე ითვლებოდა მსოფლიოში ყველაზე სწრაფ სუპერკომპიუტერად. ჯამში მისი მაქსიმალური თეორიული წარმადობა შეადგენდა 400 მეგაფლოპს (MegaFLOP). ითვლება რომ სუპერკომპიუტერის ამ კონკრეტულმა მოდელმა ჩაუყარა საფუძველი მულტიპროცესორულ, საერთო მეხსიერების მქონე სისტემებს.

სუპერკომპიუტერები ბოლო ორი ათწლეულის მანძილზე გარდამტეხ და ერთერთ ყველაზე მნიშვნელოვან როლს თამაშობს მსოფლიო ტექნოლოგიურ განვითარებასა და წინსვლაში. პრაქტიკულად არ არსებობს სფერო სადაც სუპერკომპიუტერის გამოყენების საფუძველზე, დროის მოკლე მონაკვეთში მნიშვნელოვანი რეზულტატის მიღება არ იყოს შესაძლებელი.

2. გამოყენების სფეროები

მსოფლიო ტექნოლოგიურ განვითარებასთან ერთად ვითარდება ასევე მაღალი წარმადობის კომპიუტერული ტექნოლოგიები და მათზე მოთხოვნა დღითიდღე იზრდება. ამ ტექნოლოგიების დანერგვა და მათ მიერ მთავარი პრობლემების გადაწყვეტა კარგად არის აპრობირებული არა მხოლოდ სახელმწიფო სტრუქტურებში არამედ აქტიურად მიდის მათი დანერგვა სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტებისა და კერძო კომპანიების მიერ.

დღეისათვის პრაქტიკულად წარმოდგენილია სამეცნიერო, კვლევითი, ფინანსური თუ საწარმო სფერო რომელიც თავისი მთავარი პრობლემების გადასაწყვეტად არ იყენებს მაღალი წარმადობის კომპიუტერულ სისტემებს. მისი აქტიური როლი მკვეთრად ჩანს ისეთ მიმართულებებში და სფეროებში როგორცაა: ქიმია, ბიოლოგია, მეტეოროლოგია, სეისმოლოგია, ფიზიკა, ასტრონომია, ბირთვული კვლევები, მანქანათმშენებლობა, ხელოვნური ინტელექტი, კრიპტოგრაფია, მანქანური სწავლება და ა.შ. სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულების მაგალითად შეგვიძლია მოვიყვანოთ ცერნის გრიდ სისტემა (Cern Grid Network) რომელიც პრაქტიკულად არის სუპერკომპიუტერების ქსელი. მისი ძირითადი გამოთვლითი რესურსები ანუ სხვადასხვა დამოუკიდებელი სუპერკომპიუტერები ჩართულია აღნიშნულ ქსელში მსოფლიოს სხვადასხვა გეოგრაფიული ლოკაციიდან.

დღეისათვის IBM-ის ერთერთი ყველაზე თანამედროვე, ხელოვნურ ინტელექტზე დაფუძნებული სისტემა სახელად ვოტსონი (Watson) რომელთან ინტერქაცია კითხვა - პასუხის რეჟიმშია შესაძლებელი ნატურალური ენის საშუალებით (ინგლისური), ნათელი დემონსტრაციაა სუპერკომპიუტერების პოტენციალის და შესაძლებლობების. 2011 წელს მან თამაშში სახელწოდებით Jeopardy ამ თამაშის მოქმედ ჩემპიონებს მოუგო. დღესდღეობით IBM Watson აქტიურად და საკმაოდ წარმატებით გამოიყენება სამედიცინო სფეროში.

დღესდღეობით მასწავლებლობის ინდუსტრიაში აქტიურად გამოიყენება სუპერკომპიუტერული სისტემები. აქ მათი მთავარი დანიშნულებაა სხვადასხვა ტიპის შეჯახებების სიმულირება და ამ ვირტუალური შეჯახების შედეგად საკმაოდ ფასეული და მნიშვნელოვანი ინფორმაციის მიწოდება მწარმოებლისათვის. წინა აღნიშნული პროცესი და ანალიზი ნამდვილი მანქანების ფიზიკურად შეჯახების საფუძველზე ხდებოდა მხოლოდ.

აღნიშნული გადაწყვეტილებები ასევე აქტიურად გამოიყენება მეტეოროლოგიური, სეისმური და სხვა ტიპის მოდელირებისათვის და პროგნოზირებისათვის. გაზის, ნავთობის და სხვა წიაღისეულების მარაგების შესასწავლად.

რაც შეეხება ფინანსურ სექტორს, აქაც აქტიურად გამოიყენება მაღალი წარმადობის კომპიუტერული რესურსები სხვადასხვა წამყვანი ქვეყნის ფინანსური ინსტიტუტების და საერთაშორისო ბანკების მიერ. გამოყენების ერთერთი სფეროა დიდი მონაცემების (Big Data) დამუშავების შედეგად მიღებული სიმულაციები რაც საშუალებას გვაძლევს „ხვალინდელი“ დღის ფინანსური სიტუაციის სურათი უფრო ნათლად ვნახოთ.

სუპერკომპიუტერების ევოლუციის და წარმადობის ტენდენციისთვის თვალის სადევნებლად არის საკმაოდ კარგი ვებ რესურსი www.top500.org სადაც თავმოყრილია მსოფლიოს 500 ყველაზე სწრაფი სუპერკომპიუტერი და აღრიცხულია სხვადასხვა ტიპის პარამეტრები და მონაცემები ამა თუ იმ სისტემაზე. აღნიშნული რესურსი

ახლდება წელიწადში ორჯერ, თუმცა მიუხედავად ხანმოკლე დროისა, ყოველ 6 თვეში სია მნიშვნელოვნად იცვლება.

3. სუპერკომპიუტერის დანერგვის და მუშაობის პრინციპები

ზოგადად სუპერკომპიუტერები იქმნება გარკვეული ამოცანების გადასაჭრელად და აპარატურული ინფრასტრუქტურაც ამ ამოცანების ოპტიმალურ შესრულებაზეა ორიენტირებული. რაც შეეხება პროგრამულ უზრუნველყოფას, ძირითადად აქ მეტნაკლებად ერთი მოდელია გამოყენებული: გვაქვს ერთი ორკესტრატორი სერვერი, დიდი რაოდენობის მასიური გამოთვლითი კვანძები და პარალელიზმის პრინციპებზე აგებული ინფორმაციის შესანახი სისტემა რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია სწრაფი შეერთებით. უშუალოდ საბოლოო მომხმარებელს ურთიერთობა აქვს ორკესტრატორთან, მის ინტერფეისში გადის აუტენტიფიკაციას, განათავსებს ამოცანას და უშვებს შესრულებაზე. ორკესტრატორი თავის მხრივ ანაწევრებს ამოცანას, ანაწილებს გამოთვლით კვანძებზე და ელოდება მის შესრულებას. გამოთვლით კვანძებზე ოპერაციული სისტემისა და დრაივერების გარდა არის გარკვეული პარალელურ გამოთვლებზე ორიენტირებული ბიბლიოთეკები, მაგალითად MPI (Message Passing Interface) რომელიც ერთერთი ძირითადი კომპონენტი პარალელური გამოთვლების განსახორციელებლად. იგი უზრუნველყოფს სერვერებს შორის და თითოეული სერვერის პროცესორის ბირთვებს შორის ამოცანის პარალელურ რეჟიმში ეფექტურად დამუშავებას.

ამოცანის სირთულიდან გამომდინარე, დამუშავებას შეიძლება დაჭირდეს რამდენიმე წუთიდან რამდენიმე წლამდეც კი. ხშირად, ზოგადი გამოყენების სუპერკომპიუტერებზე გაშვებული აქვთ რამდენიმე ამოცანა პარალელურად. ამისათვის მომხმარებლები აუტენტიფიკაციის შემდეგ ე.წ. ორკესტრატორში ანთავსებენ ამოცანას და მის შესასრულებლად განსაზღვრავენ თავისუფალ გამოთვლით კვანძებს. ეს მიდგომა რა თქმა უნდა წარმადობას აქვეითებს ამოცანისთვის სუპერკომპიუტერის აპარატურული პოტენციალის გათვალისწინებით, თუმცა საშუალებას იძლევა ერთდროულად რამდენიმე ამოცანა იყენეს დამუშავებული პარალელურ რეჟიმში.

4. დასკვნა

21-ე საუკუნე ზოგადად ითვლება ხელოვნური ინტელექტის ერად. დღეისათვის ძალიან აქტიურად მიდის მუშაობა ე.წ. მანქანური სწავლების (Machine learning), ღრმა სწავლების (Deep learning) და ზოგადად ხელოვნური ინტელექტის განვითარების კუთხით. ეს სფეროები კი პრაქტიკულად წარმოუდგენელია ისეთი მძლავრი პარალელური გამოთვლითი რესურსის ჩართულობის გარეშე როგორც თანამედროვე, მძლავრი სუპერკომპიუტერებია.

ლიტერატურა

1. წიგნი „Parallel and Distributed Computing - Architecture and Algorithms”, S.K. Basu, 2016.
2. სტატია „Supercomputer”, <https://www.britannica.com/technology/supercomputer> უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 28.05.2021

Article received: 2021-05-29