



შესაძლებლობების განვითარება
სოფლის ჭკვიანი
ტრანსფორმაციისათვის

სასოფლო-სამეურნეო IoT სისტემები

IoT (Internet of Things) არის ფართო ტერმინი, რომელიც აერთიანებს ინტერნეტთან დაკავშირებულ მილიარდობით ფიზიკურ ობიექტს ან „ნივთს“, რომლებიც აგროვებენ და ცვლიან მონაცემებს სხვა მოწყობილობებთან და სისტემებთან ინტერნეტის გამოყენებით. მიუხედავად იმისა, რომ IoT 90-იანი წლებიდან არსებობს, ტექნოლოგიებში ბოლოდროინდელმა მიღწევებმა ის უფრო პრაქტიკული და მოსახერხებელი გახადა. ასე რომ დღეს IoT ტექნოლოგიური თვალსაზრისით მოიცავს:

- **ხელმისაწვდომ სენსორებს და მოწყობილობებს** - რომელშიც იგულისხმება მაგალითად ტემპერატურის სენსორი, ჰაერის ან მიწის ტენიანობის სენსორი, კლიმატის კონტორილის მოწყობილობები;
- **ღრუბლოვანი გამოთვლით პლატფორმებს** - მაგალითად ესეთი პლატფორმებია: Amazon Web Services, Google Cloud Platform, Microsoft Azure, DigitalOcean და IBM Bluemix
- **მანქანური სწავლების და ხელოვნური ინტელექტის ტექნოლოგიებს** - ხელოვნური ინტელექტი არის ადამიანის ინტელექტის პროცესების სიმულაცია მანქანის მიერ, განსაკუთრებით კომპიუტერული სისტემების მიერ. მაგალითად სოფლის მეურნეობაში ხელოვნურ ინტელექტს იყენებენ რობოტები მწიფე ნაყოფის ამოსაცნობად. ამისათვის მანქანა ანუ რობოტი დატრებიბგებულია სხვადასხვა

სწავლების მეთოდების და იყენებთ თითქმის იგივე პარამეტრს რასაც ადამიანები

ნივთების ინტერნეტს ფართო გამოყენება აქვს თითქმის ყველა სფეროში. თუმცა შეიძლება გამოვყოთ მისი გამოყენების 5 ძირითადი მიმართულება

1. **სამომხმარებლო IoT** - ძირითადად მოისაზრება ყოველდღიური გამოყენების ნივთები. მაგ.: საყოფაცხოვრებო ტექნიკა, ხმოვანი ასისტენტი და განათების საშუალებები.
2. **კომერციული IoT** - ძირითადად გამოიყენება ჯანდაცვისა და ტრანსპორტის ინდუსტრიებში. მაგ.: ჭკვიანი კარდიოსტიმულატორები და მონიტორინგის სისტემები
3. **სამხედრო IoT (IoMT)** - IoT ტექნოლოგიების სამხედრო სფეროში გამოსაყენებლად. მაგ.: სათვალთვალო რობოტები და ადამიანის ბიომეტრული მონაცემების გამზომი მოწყობილობები
4. **ინდუსტრიული IoT (IIoT)** - ძირითადად გამოიყენება სამრეწველო აპლიკაციებში, როგორცაა წარმოებისა და ენერჯეტიკის სექტორები. მაგ: ციფრული მართვის სისტემები, ჭკვიანი სასოფლო-სამეურნეო მოწყობილობები და სისტემები, სამრეწველო დიდი მონაცემები.
5. **ინფრასტრუქტურული IoT** - ძირითადად გამოიყენება ჭკვიანი ქალაქების ერთმანეთთან დაკავშირებისთვის. მაგ.: ინფრასტრუქტურული სენსორები და მართვის სისტემები.

უფრო ვრცლად ინდუსტრიული IoT (IIoT) არის ჭკვიანი სენსორებისა და აქტივატორების გამოყენება წარმოებისა და სამრეწველო პროცესების გასაუმჯობესებლად. ეს ტერმინი ასევე ცნობილია, როგორც ინდუსტრიული ინტერნეტი ან ინდუსტრია 4.0. IIoT იყენებს ჭკვიანი მანქანების ძალას და რეალურ დროში მონაცემთა ანალიზის მეთოდებს არსებული სიტუაციის უმოკლეს დროში გაანალიზება და გარკვეული პროგნოზების გასაკეთებლად. IIoT-ის მამოძრავებელი ფილოსოფია არის ის, რომ ჭკვიანი მანქანები არა მხოლოდ ადამიანებზე უკეთესები არიან რეალურ დროში მონაცემების აღებასა და ანალიზში, არამედ ისინი ასევე უკეთ ავრცელებენ მნიშვნელოვან ინფორმაციას, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას ბიზნეს გადაწყვეტილებების უფრო სწრაფად და ზუსტად მისაღებად.

ერთმანეთთან დაკავშირებული სენსორები და აქტივატორები ფერმერებს და კომპანიებს საშუალებას აძლევს გამოავლინონ არაეფექტურობა და პრობლემები ადრეულ პერიოდში და დაზოგონ დრო და ფული მის მოსაგვარებლად. კონკრეტულად, წარმოებაში IIoT-ს აქვს დიდი პოტენციალი ხარისხის კონტროლის, მდგრადი და მწვანე პრაქტიკის, მიწოდების ჯაჭვის მიკვლევადობისა და მთლიანი მიწოდების ჯაჭვის ეფექტურობის კუთხით. ინდუსტრიულ გარემოში, IIoT არის ისეთი პროცესების გასაღები, როგორცაა პროგნოზირებადი მოვლა (PdM), გაუმჯობესებული სავაჭრო მომსახურება, ენერჯის მართვა და აქტივების კონტროლი.

IIoT არის ინტელექტუალური მოწყობილობების ქსელი, რომლებიც დაკავშირებულია სისტემებთან, რომლებიც აკონტროლებენ, აგროვებენ,

ცვლიან და აანალიზებენ მონაცემებს. თითოეული ინდუსტრიული IoT ეკოსისტემა შედგება:

- ერთმანეთთან დაკავშირებული მოწყობილობები, რომლებსაც შეუძლიათ გარემო ინფორმაცია შეგროვება, გადაცემა და შენახვა;
- საჯარო და/ან კერძო მონაცემთა საკომუნიკაციო ინფრასტრუქტურა;
- ანალიტიკა და აპლიკაციები, რომლებიც ნედლი მონაცემებიდან ქმნის ბიზნეს ინფორმაციას;
- მონაცემთა შენახვა, რომელიც გენერირებულია IIoT მოწყობილობების მიერ;
- ადამიანური რესურსი, რომელიც ამ სისტემას ემსახურება.

ნივთების ინტერნეტში ძირითადად გამოიყენება რამოდენიმე სახის სენსორი, მოდით განვიხილოთ თითოეული მათგანი ცალცალკე.



გიროსკოპის სენსორი და აჩქარების სენსორი ორივე ერთად ინგერირებულია ერთ პატარა სენსორში. გიროსკოპის სენსორი არის მოწყობილობა, რომელსაც შეუძლია გაზომოს და შეინარჩუნოს ობიექტის მიმართულება და კუთხური სიჩქარე. მას შეუძლია გაზომოს ობიექტის დახრილობა და მიმართულება, მობრუნება და მობრუნების სიჩქარე. ხოლო აჩქარების სენსორი ზომავს მოწყობილობის წრფივ აჩქარებას. გიროსკოპის სენსორს კარგი გამოყენება აქვს დრონებში და ისეთ მოწყობილობებში სადაც მობრუნების სიჩქარე კრიტიკულ როლს თამაშობს. ასევე გიროსკოპს და აჩქარების სენსორებს იყენებენ სასოფლო-სამეურნეო ტრაქტორებსა და სამშენებლო მანქანებში, მათი წონასწორობის შესანაწიხუნებლად.

წნევის სენსორის ძირითადად გამოიყენებენ არის ან სითხის წნევის გასაზომად. შესაბამისად არსებობს ორი სახის წნევის სენსორი. სენსორი, რომელიც ზომავს

წნევას აირებში და სენსორი, რომელიც ზომავს წნევას სითხეებში. თუ პროგრამირებად დაფას გამოყენებთ ასევე ბაზარზე ნახავთ მესამე ტიპის წნევის სენსორს, რომელიც ზომავს მასზე ზეწოლის ძალის მოცულობას.

არსებობს სხვადასხვა სახის ტემპერატურის სენსორები, რომლებიც ზომავენ ჰაერში, სითხეში ან ნიადაგში არსებულ ტემპერატურას. როგორც წესი ტემპერატურის სენსორთან ერთად განიხილება ტენიაობის სენსორი, რომელიც ზომავს ჰაერში ან ნიადაგში არსებული ტენის მოცულობას. ხშირად ტემპერატურის და ტენიანობის სენსორები ერთ მოწყობილობადაა ინტეგრირებული.

ქიმიური სენსორი არის მოწყობილობა, რომელიც აღმოაჩენს და ზომავს ქიმიურ თვისებებს ანალიზში (მეცნიერული ტერმინი ქიმიური ნივთიერების დაკვირვებისთვის) და გარდაქმნის მგრძნობიარე ქიმიურ მონაცემებს ელექტრონულ მონაცემებად. მაგალითად, ის გამოიყენება ნახშირბადის მონოქსიდის აღმოსაჩენად.

მოდრაობის აღმომჩემი სენსორები აფიქსირებენ მოძრაობას. ამ ტიპის სენსორებში გვაქვს ორი მიმართულება სენსორები, რომლებიც მუშაობენ ულტრაბგერით გამოსხივებაზე და სენსორები, რომლებიც აღმოაჩენენ სითბურ ტალღებზე. მტრაბგერით მოძრაობის სენსორებს შეუძლია ყველა ობიექტის აღმოჩენა, ხოლო სითბურ ტალღებზე მომუშავე სენსორები კი აღმოაჩენენ მხოლოდ ადამიანს ცხოველს ან ფრინველს.

სიახლოვის სენსორი - ეს არის სენსორი, რომელსაც შეუძლია აღმოაჩინოს ახლომდებარე ობიექტების ფიზიკური კონტაქტის გარეშე. მ სენსორებს იყენებენ მეტალის და არამეტალი ობიექტების გასარჩევად.

ოპტიკური სიახლოვის სენსორი არის მოწყობილობა, რომელიც იყენებს არეკლილი ინფრაწითელ სინათლეს ან ხილული შუქის გარდატეხას ობიექტამდე მანძილის გასაზომად.

წყლის ხარისხის სენსორი არის ზოგადი ტერმინი, რომელიც აერთიანებს მრავალ სენსორს, რომლებიც წყალში ზომავენ PH დონეს, ნარჩენი ქლორის რაოდენობა, რამდენად მღვრია წყალი, დანალექი მყარი ნივთიერებების რაოდენობა, COD, BOD, გამტარობასა და გახსნილ ჟანგბადს. turbidity sensor - მღვრე წყლის დონის დასადგენი სენსორი აგზავნის სინათლეს წყალში და სინათლის სენსორის მეშვეობით ზომავს სწალში არეკლილი სინათლის დონეს. ოქსიდაცია-აღდგენითი პოტენციალის (ORP) სენსორი ზომავს ხსნარის უნარს იმოქმედოს ჟანგვის პროცესსზე. ORP სენსორი გამოიყენება საცურაო აუზებში ქლორის ჟანგვის უნარის გასაზომად ან იმის დასადგენად, თუ როდის არის მიღწეული ეკვივალენტური წერტილი ჟანგვა-აღდგენის რეაქციაში. წყლის გამტარობის სენსორები გამოიყენება წყლის ხარისხის აპლიკაციებში, რათა გაზომონ რამდენად

კარგად ატარებს ხსნარი ელექტრულ დენს. ამ ტიპის გაზომვა აფასებს იონების კონცენტრაციას ხსნარში. რაც უფრო მეტი იონია ხსნარში, მით უფრო მაღალია გამტარობა.

კვამლის სენსორები გამოიყენება ხანრძრების არამოსაჩენად. მისი მუშაობის პრინციპია შემდეგი: ის ჰაერში ამოწმებს იონიზაციის დონეს. ამისათვის კი ის იყენებს რადიოაქტიურ პირფიტას რომელიც ელექტრულად მუხდავს ჰარში

არსებულ იონებს და წარმოქმნის მცირე დენს. როდესაც ჰაერში კვამლის ნაწილაკები ჩნდებიან და მოხვდებიან იონურად დამუხტულ ველში იონები გამოიდევენებიან და დენის მოცულობა კლებულობს. დენის საგრძნობლად შემცირებისას კი სენსორი ხვდება რომ მის გარშემო კვამლია და რთავს ხმოვან სიგნალს.

სასოფლო-სამეურნეო ნივთების ინტერნეტი ასევე მოიცავს ჭკვიან სათბურებს (ავტომატიზებულ სათბურებს). ჭკვიანი სათბური არის სრულად ავტომატიზირებული კონსტრუქცია, რომელიც შექმნილია მოსავლის ზრდის პროცესის გასაადვილებლად და ხელით შრომის მინიმუმამდე შესამცირებლად. მსგავსი საშუალება მოიცავს IoT მიკროკონტროლერებს, სენსორებს და მობილურ აპლიკაციებს. ჭკვიანი სათბურში გარემოს გასაკონტროლებლად, სხვადასხვა სენსორები გამოიყენება გარემოს პარამეტრების გასაზომად და ავტომატურად აკონტროლებენ ოპერაციულ მექანიზმებს, როგორცაა ვენტილაციის ჩართვა, სინათლის ნაკადის რეგულირება, გათბობის კონტროლი და ა.შ. WiFi-ის გამოყენებით, ამ პარამეტრების მართვა ასევე შესაძლებელია დისტანციურად.

ჭკვიანი სათბურების უპირატესობებია:

- **იდეალური მიკროკლიმატური პირობების შენარჩუნება** - IoT სენსორები ფერმერებს საშუალებას აძლევს შეაგროვონ მონაცემები სათბურის სხვადასხვა წერტილიდან და მიიღონ ინფრომაცია რეალურ დროში

სათბურში არსებული კლიმატის შესახებ, როგორც არის ტემპერატურა, ტენიანობა, სინათლის ზემოქმედება და ნახშირორჟანი.

- **მორწყვისა და დამტვერვის პრაქტიკის გაძლიერება** - გარემოს პარამეტრების გარდა, ჭკვიანი სათბურები ფერმერებს მოსავლის ვარგისიანობაზე ზრუნვის საშუალებას აძლევს. რაც გულისხმობს ნათესების დროულად მორწყვასა და სასუქის შეტანას. მაგალითად, ნიადაგის მოცულობითი წყლის შემცველობის მონაცემები მიუთითებს, არის თუ არა კულტურები წყლის სტრესის ქვეშ. ანალოგიურად, ნიადაგის მარილიანობის გაზომვები იძლევა სასარგებლო ინფორმაციას სასუქის მოთხოვნების შესახებ.
- **ინფექციებისა და დაავადებების გავრცელების კონტროლი** - მოსავლის ინფექცია მეურნეობის მუდმივი გამოწვევაა, ყოველი ეპიდემია დიდ ზარალს აყენებს მოსავლის მიწვრებას. აგროქიმიური მკურნალობა ხელმისაწვდომია, მაგრამ ხშირად დაგვიანებულია ან გადაჭარბებულია მათი მოცმარება. მონაცემთა დამუშავების პლატფორმის დახმარებით, მონაცემები სათბურის გარემოზე, გარე ამინდისა და ნიადაგის მახასიათებლებზე გამოავლენს ღირებულ შეხედულებებს მავნებლებისა და სოკოების არსებული რისკების შესახებ. ამ ინფორმაციის გამოყენებით, ფერმერებს შეუძლიათ გამოიყენონ მკურნალობა ზუსტად მაშინ, როდესაც ეს საჭიროა, რათა უზრუნველყონ ჯანსაღი მოსავალი მინიმალური ქიმიური ხარჯებით.

- ქურდობის შემცირება და უსაფრთხოების გააუმჯობესება - ძვირფასი კულტურების მქონე სათბურები ქურდების დაუცველი სამიზნეა. იმის გამო, რომ ტრადიციული სათვალთვალო ქსელები CCTV-ებით ძვირი ჯდება, ბევრ მწარმოებელს არ აქვს უსაფრთხოების ეფექტური სისტემა. ამ კონტექსტში, ჭკვიან სათბურებში IoT სენსორები უზრუნველყოფენ ხელმისაწვდომ ინფრასტრუქტურას კარების მდგომარეობის მონიტორინგისა და საეჭვო აქტივობების გამოსავლენად. ავტომატური განგაშის სისტემასთან დაკავშირებული, ისინი მყისიერად აცნობებენ ფერმერს.

ასევე, IoT-ით ნიადაგის მონიტორინგის სისტემა გამოიყენება ფერმებისა და მეწარმეების გაძლიერებისთვის, რომელიც უზრუნველყოფს მოსავლიანობის გაზრდას, დაავადებების შემცირებასა და რესურსების ოპტიმიზაციას. IoT სენსორებს შეუძლიათ ნიადაგში გაზომონ ტემპერატურა, NPK (აზოტი, ფოსფორი და კალიუმი), წყლის შემცველობა, ფოტოსინთეზური გამოსხივება, ნიადაგის წყლის პოტენციალი და ნიადაგში ჟანგბადის დონე. IoT სენსორების მიერ ნიადაგიდან შეგროვებული მონაცემები გადაეცემა ცენტრალურ მართვის ბლოკს (ან ღრუბლოვან სერვერს), სადაც ხორციელდება მათი ანალიზი, ვიზუალიზაცია და მოსალოდნელი შედეგების წინასწარ განსაზღვრა.

ნიადაგში ტემპერატურის გაზომვა

ნიადაგში არსებული ტემპერატურა გავლენას ახდენს ფესვების ზრდაზე, სუნთქვაზე, აზოტის დაშლასა და მინერალიზაციაზე. IoT სენსორებს შეუძლიათ

ნიადაგში არსებული ტემპერატურის შეფასება ჰაერის ტემპერატურისა და სხვადასხვა ფაქტორების გათვალისწინებით; თუმცა, პრაქტიკაში ყველაზე ხშირად გამოიყენება ნიადაგში ჩამარხული ტემპერატურის სენსორები.

მცენარის ფესვის სტრუქტურიდან გამომდინარე, შესაძლებელია ტემპერატურის გამზომი სენსორების სხვადასხვა დონეზე დამარხვა, რითაც მოხდება ნიადაგის სიღრმეში არსებული ტემპერატურის მონიტორინგი, ხოლო ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურის მონიტორინგი შესაძლებელია სხვადასხვა ტიპის IoT სენსორის გამოყენებით, რომელიც იყენებს IR (ინფრაწითელი გამოსხივება) ტექნოლოგიას. შესაბამისად, ნიადაგში ტემპერატურის გაზომვა იყოფა ორ ნაწილად: ნიადაგში არსებული ტემპერატური და მის ზედაპირზე არსებული ტემპერატურა.

მიწის ტენიანობა

ნიადაგის ტენიანობის მონიტორინგი ასევე შესაძლებელია ნიადაგში ჩამარხული ელექტროდების გამოყენებით. ნიადაგის ტენიანობის მონიტორინგისას ასევე შესაძლებელია შემდეგი პარამეტრების დადგენა:

- ნიადაგის ტენიანობა;
- ნიადაგის გამტარობა;
- ნიადაგში წყლის მოცულობითი შემცველობა;
- ნიადაგის წყლის პოტენციალი.

მზის რადიაციის მონიტორინგი

IoT სენსორებს შეუძლიათ გაზომონ მზის გამოსხივების სხვადასხვა ტიპები, რომლებიც გადამწყვეტ როლს თამაშობენ ფოტოსინთეზში. ნებისმიერ წერტილში სინათლის ინტენსივობის გაზომვის გარდა, IoT-ს შეუძლია გაზომოს:

- მზის ფოტოსინთეზურად აქტიური გამოსხივება;
- მზის UV - მოიცავს ორგანული ლუმინესცენტური ნაწილაკების კომბინაციას, რომლებიც შთანთქმავს ულტრაიისფერ გამოსხივებას და გარდაქმნის მას ენერგიად;
- მზის მოკლეტალღური გამოსხივება.

ამინდის მონიტორინგი

ჭკვიან სოფლის მეურნეობაში ყველაზე პოპულარულია ამინდის სადგურები, რომლებიც აერთიანებს სხვადასხვა სახის სენსორებს. მათი განლაგება შესაძლებელია ნაკვეთებსა და ველებზე, ისინი გარემოდან აგროვებენ სხვადასხვა სახის მონაცემებს და აგზავნიან სერვერზე. მათგან შეგროვებული მონაცემები შეიძლება გამოყენებულ იქნას კლიმატური პირობების რუკაზე, შესაბამისი კულტურების არჩევისა და მათი მოსავლიანობის გასაუმჯობესებლად საჭირო ზომების მისაღებად.

ამინდის მონიტორინგის სადგურს შეუძლია შემდეგი მონაცემების მონიტორინგი:

- ნალექი;
- ჰაერის ტემპერატურა;
- ჰაერის ტენიანობა;
- ჰაერის წნევა;
- ქარის სიჩქარე;
- ქარის მიმართულება.

NPK ნიადაგის სენსორები

კომბინირებულ NPK სენსორებს შეუძლიათ გაზომონ:

- აზოტი;
- ფოსფორი;
- კალიუმი;
- pH;
- EC;
- ნიადაგის ტემპერატურა;
- ნიადაგის ტენიანობა.

მოსავლიანობის მართვა

სოფლის მეურნეობაში IoT პროდუქტის კიდევ ერთი სახეობაა მოსავლიანობის მართვის მოწყობილობები. მეტეოსადგურების მსგავსად, ისინი თავსდება

ნათესებში და აგროვებენ მოსავლის შესახებ ინფორმაციას დაწყებული ტემპერატურიდან ფოთლის სპეციფიკით დამთავრებული და მოსავლის ვარგისიანობის მთლიან სურათს ქმნიან. ამ მოწყობილობებით შესაძლებელია მოსავლის ზრდის მონიტორინგი და სხვადასხვა ანომალიების აღმოჩენა ნებისმიერ დაავადების თავიდან აცილების მიზნით. Arable და Semios კომპანიები ამ ტექნოლოგიების გამოყენების ერთ ერთ მაგალითს წარმოადგენენ.

პირუტყვის მონიტორინგი და მართვა

მოსავლის მონიტორინგის მსგავსად, არსებობს IoT-ის სასოფლო-სამეურნეო სენსორები, რომლებიც შეიძლება დაემაგროს ფერმაში მყოფ ცხოველებს მათი ჯანმრთელობის მონიტორინგისთვის. ცხოველის თვალყურის დევნება და მონიტორინგი ეხმარება ფერმერებს ცხოველის ჯანმრთელობის, კეთილდღეობისა და ფიზიკური მდებარეობის შესახებ ინფორმაციის მოგროვებაში. მაგალითად, მსგავს სენსორებს შეუძლიათ ავადმყოფი ცხოველების იდენტიფიცირება, რაც ფერმერს მიაწოდებს ავადმყოფი ცხოველის ნახრიდან გამოყოფაზე და დაავადების გავრცელების შეჩერებაზე. ასევე ცხოველების თვალყურის დევნებისთვის გამოიყენება დრონები, რომლებიც რეალურ დროში გადმოცემენ მონაცემებს და ფერმერებს უმცირებენ პერსინალის ხარჯებს. მაგალითად, SCR by Allflex და Cowlar კომპანიები უკვე იყენებენ ჭკვიან სასოფლო-სამეურნეო სენსორებს (საყელოს თეგები) ცხოველის

ტემპერატურის, ჯანმრთელობის, აქტივობისა და კვების შესახებ ინფორმაციის შეგროვებისათვის.



მავნებლების კონტროლი

სარეველებისა და მავნებლების კონტროლი ყოველთვის იყო მოსავლის ზრდის მნიშვნელოვანი კომპონენტი. თანამედროვე ბაზარს უკვე აქვს სისტემები, რომლებიც ფერმერებს ეხმარება დაიცვან პესტიციდების გამოყენების საჭირო მოცულობები და გახადონ პროცესი მაქსიმალურად ეფექტური. მაგალითად, სპეციალური ხაფანგები მოსავლის მწარმოებლებს საშუალებას აძლევს გააკონტროლონ სიტუაცია მინდვრებში მავნებლების მიმართ, გამოიკვლიონ ტერიტორიაზე არსებული მწერების რეალური რაოდენობა. სისტემა შეიძლება კონფიგურირებული იყოს მცენარეთა დაცვის საშუალებების შესაფრქვევად სპეციალური დისპენსერებიდან გარკვეულ დროში, რათა თავიდან აიცილოს მავნებლების შემდგომი რეპროდუქცია და მოსავლის განადგურება. ვინაიდან

პესტიციდები საკმაოდ ძვირია, ასეთი ტექნოლოგიები საშუალებას იძლევა დაზოგოთ მათი გამოყენება.