

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
PROGRAMŲ INŽINERIJOS KATEDRA

Saulius Lipinskas

**Vienlusčių sistemų programų specializavimo
metodų tyrimas**

Magistro baigiamasis darbas

Darbo vadovas: prof. E.Bareiša

KAUNAS 2008

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
PROGRAMŲ INŽINERIJOS KATEDRA

**Vienlusčių sistemų programų specializavimo
metodų tyrimas**

Magistro baigiamasis darbas

Recenzentas:

doc. dr. D. Rubliauskas
2008 m. gegužė 23 d

Vadovas:

prof. E. Bareiša
2008 m. gegužė 23 d.

Atliko:

IFM-2/5 grupės studentas
Saulius Lipinskas
2008 m. gegužė 23 d.

KAUNAS 2008

Turinys

1. Įvadas.....	5
2. Analitinė dalis.....	6
2.1. Vaizdo perdavimo sistemų apžvalga.....	6
2.2. DVI.....	9
3. Projektavimo sistemų apžvalga.....	18
3.1. Metropolis.....	18
4. Projektinė dalis.....	21
4.1. Kodavimo principai.....	21
4.1.1. MPEG-2.....	21
4.1.2. MPEG-4.....	34
4.1.3. Sistemos schema.....	45
5. Rezultatai.....	51
6. Terminų sąrašas.....	53
7. Literatūra.....	54

Summary

The study tries to clear out how does the digital video data transfer system works. The scope is about DVI interface and similar systems. Also the design of compressed video data transfer mechanisms. The things touched are very different and not even very popular in deed but in some cases they can become a very useful decision for some non standard applications. The study mainly touches digital visual interface – DVI. In case that DVI interface connected computer and monitor must be really near each other it was decided to enlong this distance. In other words – to transfer video data through Ethernet cable and changing and compressing DVI video data format into packets. All study stands for it and tries to clarify the main problems and difficulties doing that.

1. Įvadas

Technologijos greitai keičiasi, kasdien atsiranda mokslo ir technikos naujovių, kurios daugiau ar mažiau įtakoja mūsų kasdieninį gyvenimą. Skaitmeninės technologijos atnešė daug naujovių ir galima numanyti, kad jų bus dar daugiau. Skaitmenizavimo procesas tęsiasi ir apima dar likusias analogines erdves. Ypatingai šis procesas svarbus komunikacijų srityje

Darbe stengtasi išsiaiškinti ir iširti DVI veikimo principus bei suprojektuoti šios sąsajos modifikaciją, besiremiančią suspaustų vaizdų perdavimo technologija. Darbe susiduriama su vaizdo duomenų formavimo, perdavimo ir atvaizdavimo mechanizmais. Tuo pat panagrinęjant įvairius nestandartinius šio mechanizmo atvejus, kurie galbūt dabar nėra komerciškai efektyvūs, bet galėtų rasti labai specifinį panaudojimą ir būtent jame taptų nepakeičiamai naudingi.

Nuspręsta imtis skaitmeninės DVI sąsajos (angl. digital visual interface). Atliekamų funkcijų atskyrimui naudojama blokinė dekompozicija, apžvelgiamos aparatūrinės ir programinės užsibrėžtos sistemos kūrimo priemonės.

Kadangi DVI sąsaja jungiamas kompiuteris ir skaitmeninis monitorius paprastai yra vienas nuo kito netoli, nuspręsta pabandyti kaip pavyktų šį atstumą pailginti neapibrėžtai daug, kitaip tariant vaizdą perduoti naudojant įprastą *ethernet* tipo laidą, duomenų formatą pakeičiant į paketinį - IP (interneto protokola) bei su kokiomis pagrindinėmis problemomis susiduriama tai darant. Darbe nagrinėjama ir iškeltos funkcijos ar jos dalies perkėlimo į lustą galimybė.

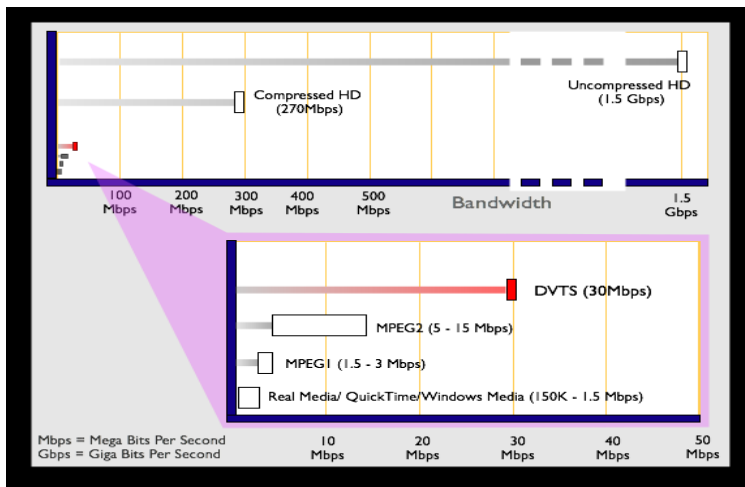
2. Analitinė dalis

2.1. Vaizdo perdavimo sistemų apžvalga

Gilinantis į temą rasta, kad jau eilę metų yra šiuo dalyku domimasi ir galima rasti įvairių nestandartinių vaizdo perdavimo sprendimų. Kaip ir galima buvo tikėtis jie arba gan egzotiški arba pakankamai brangūs, taigi netampa masinėmis prekėmis. Šiaip ar taip tie produktai egzistuoja lygiagrečiai su populiaria ir standartine įranga, bei randa savo, specifinius reikalavimus keliantį, užsakovą.

DVTS

Dar 1988 metais superkompiuterių konferencijoje Floridoje (JAV) pristatytas WIDE projektas, kuriame demonstruota DVTS (angl. Digital Video Transport System) sistema, nepriklausoma nuo kompiuteryje įdiegtos programinės įrangos.



Tikslas buvo į vieną tinklą sujungti kompiuterius ir transliuoti mokomasias labai geros kokybės vaizdo ir garso programas, kurias būtų lygiai taip pat nesudėtinga priimti kaip palydovinę televiziją. Taip pat, kad vartotojui nereikėtų įsigyti brangios technikos transliacijos priėmimui – naudojama buvo IEEE1394 sąsaja, dar žinoma kaip FireWire.

Su mano nagrinėjamu projektu ši sistema siejasi, nes abiem atvejais vaizdas yra perduodamas internetu protokolu bei naudojamas realaus laiko ryšys.

DVTS naudojimo jau 2003 metais pavyzdžiai:

Floridos universiteto choreografijos fakultete – konferencijoms [\[more\]](#)

„Naujojo pasaulio simfonija“ (angl. The New World Symphony) naudoja DVTS nuotolinio muzikantų mokymo programose. [[more](#)]

Pensilvanijos universitetas (JAV) DVTS panaudoja telemikroskopijai. [[more](#)]

Pastaba: nespausta aukščiausios kokybės (HD) vaizdo medžiaga reikalauja 1,5 Gbps laidumo, o DVI kanalu vienas spalvos simbolis perduodamas 1,65 GHz dažniu.

Perdavimas tinklo kabeliu

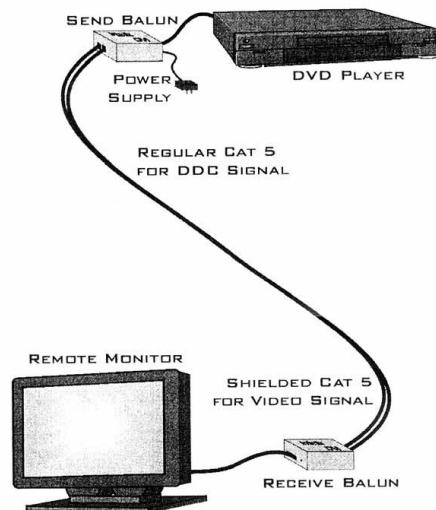
Šis pavyzdys rodo kaip įterpiami signalo keitikliai, vaizdo duomenų perdavimui didesniais atstumais namuose.



Įrenginiai skirti daugelio tipų signalams perduoti įprastu tinklo kabeliu. Yra galimybė jį naudoti ir kompiuterio vaizdo perdavimui į monitorių iki 45 metrų.

Svarbesnės specifikacijos	
Svoris:	0,9 Kg
Vaizdo stiprintuvo „raiška“:	1.65 GHz
Maksimalus perdavimas:	45 metrai
Galima raiška:	1080P/1920 x 1200
Naudojamas laidas:	Ekranuotas 5 kategorijos tinklo kabelis
Maitinimas:	5 V nuolatinė įtampa

Vienas galimų šio įrenginio pritaikymų – DVD grotuvo vaizdą rodyti per monitorių:



Perdavimas optiniu kabeliu



Rastas įrenginys gali DVI vaizdo kanalą perduoti optiniu būdu. Daugiamodžiu šviesolaidžiu monitorius nuo vaizdo duomenų šaltinio gali būti nutolęs per 100 metrų.

Palaikomos beveik visos standartinės DVI raiškos – iki 2560 x 1600 taškų prie 60 Hz dažnio, kai naudojami abu DVI jungties vaizdo kanalai, abu po 1,65 bps.

Bevielis monitorius

Kadangi apstu bevielių pelių klaviatūrų, net ir garso kolonėlių, pabandyta padaryti ir monitorių bevieliu.



Šis įrenginys sujungia DVI prievadą kompiuteryje su prievadu monitoriuje per bevielį 802.11 a arba g tipo tinklą. Geba transformuoti raišką iki 1366x768 taškų. Raiška beveik pakankama 17 colių įstrižainės plačiaekranui skystųjų kristalų monitoriui.

Deja, vasaros viduryje gamintojas skelbė, kad šitas įtaisas kainuoja net 995 Jav dolerius.

AVerSender 300

Įrenginys specializuotas standartinei televizijai ir skirtas sudaryti galimybę, kaip



taisyklė, antro televizoriaus, esančio ne prie vaizdo šaltinio, įjungimui į šaltinio transliuojamą vaizdo ir garso kanalą.

Naudojami suporuoti įrenginiai, prie vaizdo šaltinio ir prie televizoriaus. Naudojamas 2,4 GHz radijo dažnis, naudingam signalui perduoti iki 30 metrų spinduliu.

Įrengti keturi kanalai, kuriais gali vienoje patalpoje veikti keturios poros šių įrenginių.

Apžvalga

Peržvelgti įrenginiai turi ribotą veikimo nuotolį. Jei kuriamojoje sistemoje pavyktų įdiegti IP protokolo palaikymą, ji taptų išskirtine iš čia suminėtų, nes per keletą ryšio komutatorių vaizdą galima būtų sąlyginai labai toli nuo jo šaltinio.

2.2. DVI

Apžvalga

Kiekvienam duomenų perdavimo tipui reikalingas tam tikras maksimalus teorinis duomenų pralaidumas. Jis tiesiogiai priklauso nuo to, kokia atvaizdavimo technologija naudojama. Pavyzdžiui, CRT vaizduokliams buvo būtinas specifinis užtemdymo laikas, kurio metu nebuvo galima perduoti vaizdo duomenų srauto. Vaizdą nešantys duomenys turėjo pataikyti į specifinį laiko intervalą, kad patektų į ekraną. Šis reikalavimas, kad duomenys pataikytų į laiko intervalą, kelia papildomus dažnių juostos pločio reikalavimus kompiuterio ir vaizduoklio sąsajai, kadangi kylant vaizduoklių raiškai tenka perduoti didesnės raiškos vaizdus nekeičiant užtemdymo laiko intervalo.

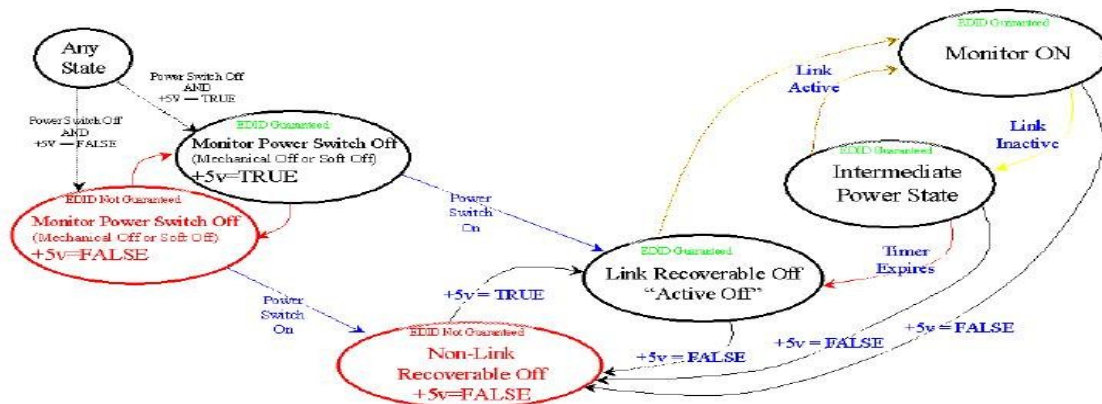
Kintant atvaizdavimo technologijoms, užtemdymo laikas vis trumpinamas ir, veikiausiai, galų gale išnyks. Tada kompiuterio ir vaizduoklio sąsajos laidu bus galima perduoti didžiausią galimą raišką ir dažnį. Tobulėjant technologijai ir augant reikalavimams vaizdo perdavimas į vaizduoklį peržengs vario fizines galimybes ir teks ieškoti naujų metodų. Vienas tokių yra grįstas tik besikeičiančios vaizdo dalies perdavimu į vaizduoklį. Ši technologija jau yra naudojama, bet dar nebuvo reikalo jos taikyti vaizdo perdavimui iš kompiuterio monitoriui.

Horizontalusis, vertikalusis sinchronizavimas ir Data Enable signalas.

Kuriant DVI standartą buvo manoma, kad naujų CRT monitorių sąsaja turi tapti suderinama su DVI. Kadangi juose vaizdo atkūrimo procesas vis tiek išliks analoginis, o kis tik perdavimo formatas, teko sukurti naują sąsają, kuri būtų skaitmeninė, tačiau atkartotų analoginio vaizdo signalo perdavimo modelį, ty., turėtų horizontaliųjų(HSync) ir vertikalųjų(VSync) eilučių sincro signalus. Tokia DVI sąsaja yra ir dabar. Skaitmeniniame perdavime išliko horizontaliojo ir vertikaliojo sinchronizavimo signalai ir papildomai įvestas aktyvių duomenų signalas (Data Enable – toliau DE). Tai aktyvus aukšto lygio signalas, faktiškai sutampantis su horizontaliuoju sinchro signalu.

Duomenys

Būsenų diagrama, galima tarp monitoriaus ir kompiuterio:



Realaus laiko sąsaja

DVI specifinė savybė tame, kad vaizdas perduodamas realiu laiku. Jungties zonoje tėra tik TMDS srauto kodavimo-dekodavimo vėlinimas.

Ilgis

Kadangi perduodami dideli vaizdo duomenų kiekiai, be to labai greitai, DVI kabelį sudėtinga padaryti ilgesnį nei 5 metrų ilgio tačiau rinkoje yra ir gamintojų, kurie tariasi darą DVI kabelius 20-50 metrų ilgio.

Srautas ir raiška

Dar viena DVI specifinė savybė tame, kad ji pritaikyta būtent analoginių CRT monitorių darbo ypatumams. Ruošiant DVI standartą buvo manoma, kad išliks populiarūs CRT monitoriai, tik jie jau bus jungiami skaitmenine DVI sąsaja. Dėl to yra išlikęs *vertikaliojo ir horizontaliojo išjungimo laikas*. CRT monitoriams tuo metu elektronų spindulys grįždavo į pradinę padėtį. Skaitmeninėje DVI šis laikas išnaudojamas papildomiems duomenims perduoti – jie būna maksimizuojami nuo iš trijų į dešimties bitų žodį bei dar tarnauja riboms tarp spalvų žodžių išskirti.

Vienkanalėje DVI spalvinė informacija perduodama trimis fizinėmis jungtimis žaliai, raudonai ir mėlynai. Kiekviena iš jų yra perduodamas suminimizuotas duomenų srautas(vienos spalvos taškas koduojamas 8 bitais, o laidu perduodamas 10 bitų žodis).

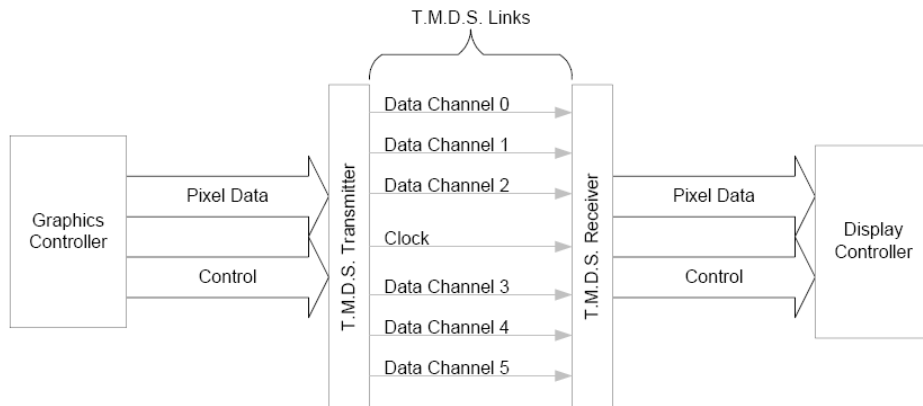
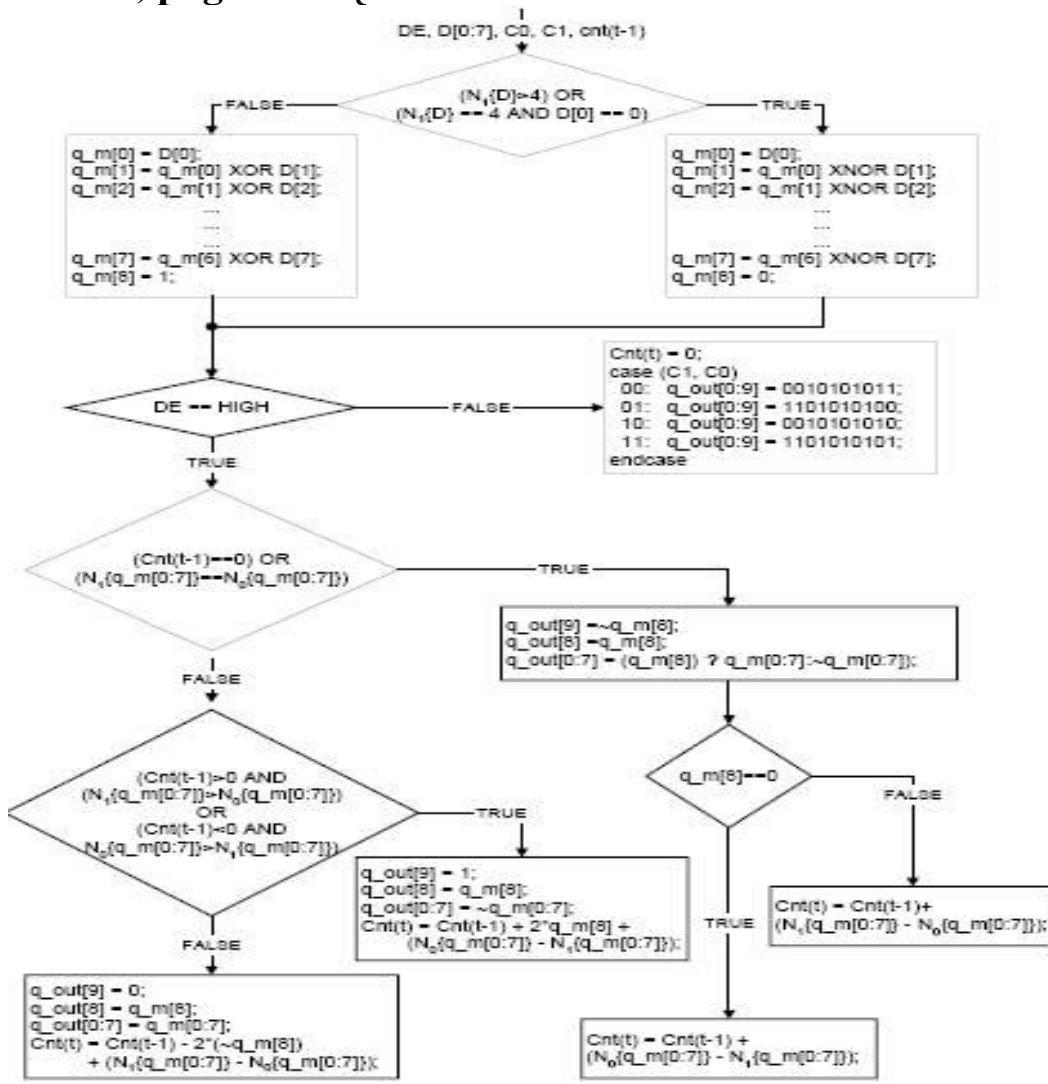
Tai vadinamas minimizuotas duomenų srautas TMDS (transition minimized differential signal). TMDS koderis skaičiuoja perduodamus vienetus ir nulius ir suformuoja minimizuotą bitų žodį, kad duomenų kanalas visada būtų subalansuotas, ty., kad būtų lengviausia detektuoti pikselių žodžių ribasir perduodant spalvos žodį būtų kuo mažiau perėjimų į aukštą arba žemą lygį, nes tada spinduliuojami didžiausi elektromagnetiniai laukai, trukdantys signalą perduoti ilgesniu atstumu arba galintys iškraipyti bitų žodžio vaizdą.

Pvz.:

LVDS - 10110101001010101010 (tikrasis spalvoto vaizdo pikselio kodas)

TMDS - 11110000110011001100 (TMDS koduotas spalvoto vaizdo pikselio kodas)

Metodika, pagal kurią sudaromas TMDS srautas:

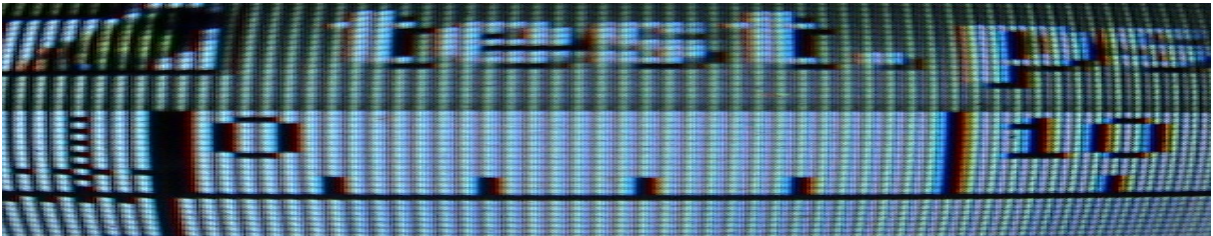


Kabeliai ir dažniai

Kabeliai yra dviejų klasių. Vienkanaliai palaiko 165 MHz dažnį arba 165 milijonus pikselių per sekundę. Dvikanaliai palaiko dažnį iki 330 MHz.

Kokiu dažniu dirba sąsaja sužinoti paprasta. Tereikia sudauginti naudojamos raiškos ekrane vertikaliąją ir horizontaliąją reikšmes, bei dar padauginti iš naudojamo ekrano dažnio. Rekomenduojamos raiškos 17 colių vaizduoklis įjungtas 60 Hz dažniu per DVI sąsają pikselius gauna beveik 79 MHz dažniu. Toks naudojamas srauto dažnis turi dar didelę atsargą. Galima būtų realiu metu be interpoliacijų ekrane rodyti beveik 5 megapikselių raiškos vaizdą. Aišku, jei tam būtų reikalas ir tokios didelės raiškos ekranas. Vienkanalė DVI dar gali rodyti 1920x1080 raiškos vaizdus, o naudojant abu vaizdo kanalus daugiau nei 2048x1536

Vieno centimetro testas:



Paveikslėlyje matyti kiek pikselių „telpa“ viename centimetre 14 colių įstrižainės skystųjų kristalų vaizduoklyje, kai raiška 1024x768

Susijungimo principas

TMDS koderis ima skaitmeninę informaciją iš vaizdo kortos . Nustato koks dažnis naudojamas ir kokia užduota raiška. Tikrina ar DE signalas aktyvus, tada perduoda suminimizuotos formos signalą iš kompiuterio monitoriui.

Kol DE signalas neaktyvus, ateinantys duomenys iš vaizdo kortos į ekraną neperduodami.

T.M.D.S. pikselių duomenų ir kontroliuojančių signalų kodavimas

Minimizuotas diferencinis signalas (TMDS) perduoda tik vieną iš dviejų galimų perduoti simbolių duotuoju laiko metu. Siųstuvas siųsdamas skaičiuoja kiek buvo perduodama nulių ir kiek vienetų, perduoda laidu specialų simbolį, suformuotą taip, kad būtų minimizuojamas perdavimų skaičius ir rastas duomenų kanalo balansas perdavimo linijoje. Visa tai daroma perėjimų iš nulio į vienetą ir atgal kiekiui sumažinti.

Trys TMDS kanalai naudojami perdavinėti RGB simboliams aktyvaus video metu – kai signalas DE aukštas. Tie patys kanalai perduoda HSync ir VSync signalus, o taip pat CTL[3:1] specialią informaciją neaktyvaus vaizdo metu, ty. Kai DE signalas žemas.

Lentelėje pateikiami duomenys apie DVI sistemą, sąlyginiai kanalai, kuriais perduodamos konkrečios spalvos ir kokia papildoma informacija integruojama į kiekvieno kanalo TMDS simbolį.

INPUT PINS (VALID FOR DE = High)	T.M.D.S. OUTPUT CHANNEL	TRANSMITTED PIXEL DATA ACTIVE DISPLAY (DE = High)
DATA[23:16]	Channel 2 (TX2 ±)	Red[7:0]
DATA[15:8]	Channel 1 (TX1 ±)	Green[7:0]
DATA[7:0]	Channel 0 (TX0 ±)	Blue[7:0]
INPUT PINS (VALID FOR DE = Low)	T.M.D.S. OUTPUT CHANNEL	TRANSMITTED CONTROL DATA BLANKING INTERVAL (DE = Low)
CTL3, CTL2 (see Note 8)	Channel 2 (TX2 ±)	CTL[3:2]
CTL1 (See Note 8)	Channel 1 (TX1 ±)	CTL[1]
HSYNC, VSYNC	Channel 0 (TX0 ±)	HSYNC, VSYNC

NOTE 8: The TFP410 encodes and transfers the CTL[3:1] inputs during the vertical blanking interval. The CTL3 input is reserved for HDCP compliant DVI TXs and the CTL[2:1] inputs are reserved for future use. When DE = high, CTL and SYNC pins must be held constant.

Kadangi TMDS simbolių srautas sudėtas iš spalvos duomenų bei specialiųjų duomenų, koderis atitinkamai dirba arba minimizuodamas srautą, kai paduodami duomenys apie spalvas, arba maksimizuodamas, kai paduodami duomenys yra specialieji – HSync, VSync ir kt. Visa tai priklauso nuo aktyvaus ar neaktyvaus signalo DE. Pabrėžtina, kad kai DE aktyvus ir priiminėjami spalvų duomenys, kontroliuojanys duomenys yra ignoruojami. Ir atvirkščiai – kai DE signalas žemas, ignoruojami yra visi spalvų duomenys, o iškoduojami tik kontroliuojantieji.

Fazės suderinimo ciklai (PLL)

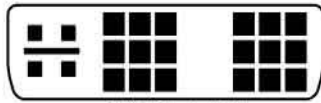
Tai specialus būdas kaip susitvarkyti su vienalaikiškai reikalingais nuskaityti signalais, kurie į nuskaitypo prievadą ateina šiek tiek vėluodami – skirdamiesi savo faze. Uždaro ciklo su grįžtamais ryšiais schemoje nustatomas ryšys tarp trijų ateinančių spalvų signalų dažnių ir fazių, bei atliekamos reikalingos korekcijos, kol visi trys signalai tampatinkamai naudoti tolesnėse schemose.

Formos jungties

Koks DVI tipas naudojamas įrenginyje preliminariai galima nustatyti išoriškai:

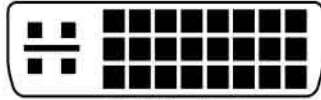
- DVI-I reiškia, kad jungtimi perduodamas ir skaitmeninis ir analoginis vaizdas. skaitmeninė dalis gali būti vienkanelė ir dvikanelė.
- DVI-D reiškia, kad jungtimi perduodamas tik skaitmeninis vaizdas. Skaitmeninė dalis gali būti vienkanelė ir dvikanelė.
- DVI-A reiškia, kad jungtimi perduodamas tik analoginis vaizdas (kokybiškai identiška senosioms dažniausiai CRT monitorių jungtims).

Darbe nagrinėjama vienkanalė DVI-D.



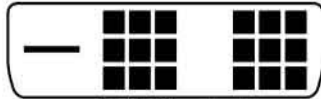
DVI-I (Single Link)

Kontaktai reikalingi vienkanalei DVI su analogine



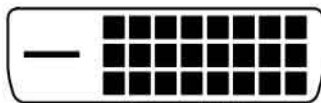
DVI-I (Dual Link)

Kontaktai reikalingi dvikanalei DVI su analogine



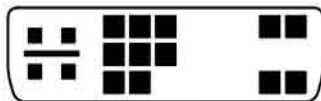
DVI-D (Single Link)

Kontaktai reikalingi vienkanalei DVI be analoginės



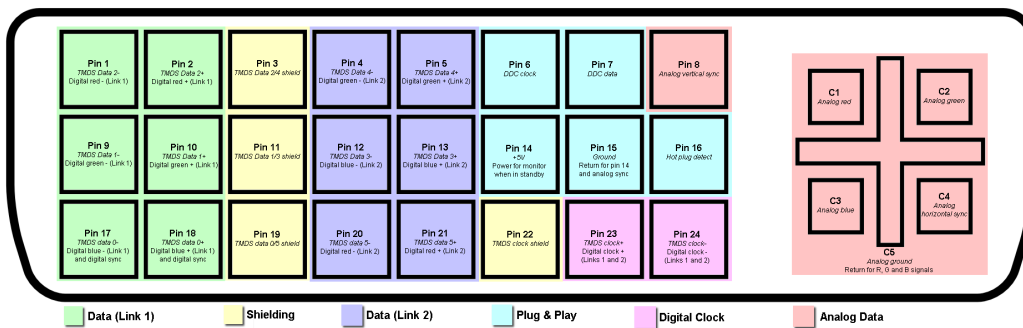
DVI-D (Dual Link)

Kontaktai reikalingi dvikanalei DVI be analoginės



DVI-A

Kontaktai reikalingi tik analoginei daliai.

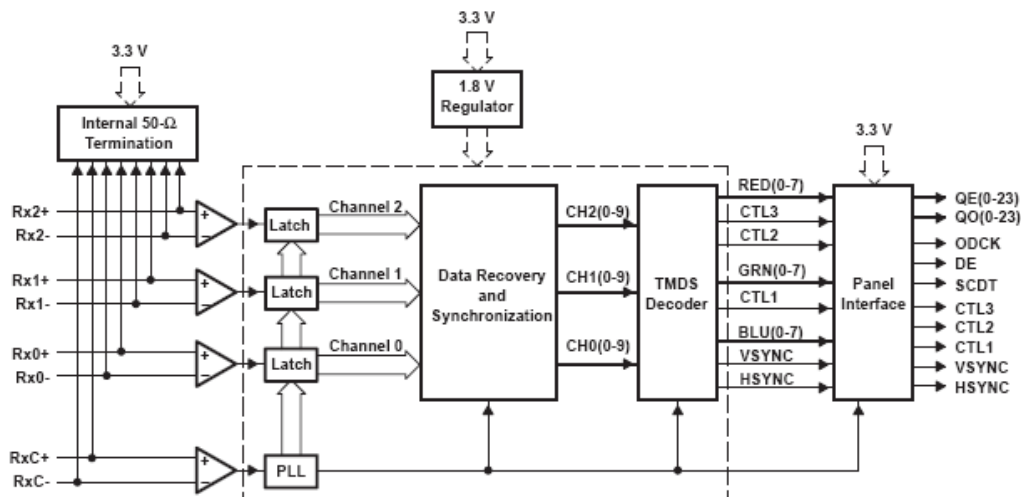


DVI-I Pilnos komplektacijos kabelis. Dviguba DVI sąsaja ir analoginė dalis.



DVI-D Skaitmeninės komplektacijos kabelis. Dviguba DVI sąsaja. Be analoginės dalies.

TMDS iškodavimo schema



DVI alternatyvos

Skaitmeninis daugialypės terpės perdavimas

Lygiagrečiai su DVI gyvuoja jos patobulintas arba labiau universalizuotas variantas – HDMI. Darbo principu DVI ir HDMI yra identiškos, o HDMI sąsaja papildomai turi kontaktus skaitmeninio garso perdavimui.

HDMI sukurtas pagrinde namų vaizdo garso – vaizdo sistemų sujungimams palengvinti, reikalingam sujungimo laidų kiekiui sumažinti.

Kritika

Savo principu HDMI yra labai panaši į įprastą analoginį SCART jungimo standartą, tačiau yra vienakryptė. HDMI laidu signalas keliauja tik į vieną pusę, todėl grįžtamus ryšius teks sukurti perkant papildomus brangius HDMI kabelius.

Kadangi technika dar jauna, ji atkartoja senus darbo principus naudodama naujas terpes ir algoritmus. Ateityje tikėtina, kad skaitmeninėje daugialypės terpės technikoje atsiras tinklų sąvoka, vienu laidu vyks komunikacija į abi puses.

3. Projektavimo sistemų apžvalga

3.1. Metropolis

Metropolis tai universali aplinka kurti heterogenines įterptines sistemas. Jo karkasas remiasi bendruoju sistemos reprezentavimu čia vadinamu metropolio meta modeliu. Šis modelis tai lyg programinis sistemos nugarkaulis, leidžiantis papildomai integruoti ir naudoti įvairiausių analizės ir sintezavimo įrankius. Komponentinis modeliavimas yra galingas metodas surinkti sistemos komponentus taip, kad jie tenkintų reikalavimus, o taip pat leistų lengvai spręsti verifikavimo problemas.

Ginčytinas klausimas kad programos ir jų grupės orientuojamos į tokias dedamąsias kaip kaina, energija, našumas, projektavimo laikas ir saugumas, kurie yra taip skirtingi ir apima visai atskiras nagrinėjimo sritis, todėl nepakanka ekonominės motyvacijos kuriant įrankius, kurie automatizuotų visus šiuos minėtus punktus. Metropolio projektas siekia parodyti, kad tai yra galima padaryti ir kad tai tinka didžiulei projektų daliai ir įvairiems išpildymo atvejams.

Svarbiausi dalykai į kuriuos orientuojasi Motropolio sistema

1. Kaip charakterizuoti Metropolio architektūros modelių tobulinimą
2. Kaip galima tobulinimą automatizuoti(arba sukurti labai tiksliai standartizuotą metodologiją)
3. Kaip galima formaliai verifikuoti, kad vienas modelis yra patobulintas ankstesnio modelio variantas
4. Kaip susieti tobulinimą su įvairiomis architektūromis ir įvairiais abstrakcijos lygmenimis.

Susiję tyrimai, priemonės ir įrankiai

Metropolio kūrimą įtakojo daugelis tyrimo projektų kaip šie :

POLIS/VCC ir susiję tyrimai

„Cadence design“ sistemos inicijavo sisteminio lygio projektavimo aplinką virtualių komponentų dizainui (VCC – virtual component codesign), grįsdami tai funkcionalumo atskyrimo nuo architektūros idėja, kuri pirmą kartą buvo iškelta “Polis” projekte. Metropolis remiasi ta pačia idėja, bet tai realizuoja lanksčiau. Pavyzdžiui, VCC naudoja fiksuoto skaičiavimo modelį, o Metropolis leidžia vartotojui nustatyti pirminius komunikavimo elementus ir vykdymo nuostatas, labiausiai tinkančias konkrečiam taikymui. VCC leidžia sukurti architektūrą iš anksto sukurtų komponentų, bet ji negali palaikyti modelių, kurie naudoja rekursinius sluoksnius ir buvo kurti platformų pagrindu. VCC naudoja C++ nusakyti procesų elgsenai ir naudoja formalią procesų analizę ar optimizavimo technologijas po standartinių programinės įrangos kompiliatorių panaudojimo.

Arexsys, Foresight, Artisan ir CardTools įrankiai dalijasi panašiu VCC įgyvendinimu. Jie visi atskiria funkcionalumą, architektūrą bei jungimą, kad suteiktų naudingos informacijos apie sistemos našumą. Iš minėtų įrankių tik Arexsys’s ArchiMate naudoja formalią programinės įrangos aprašymo kalbą modeliuoti sistemos funkcionalumui. Visi kiti naudoja C ar C++.

Sisteminio lygmens kalbos ir struktūra

Metropolio metamodelis išlaiko daugelį panašumų į sistemas ir kalbas, tokias kaip Ptolemy, SystemC, ir SpecC. Visos jos grindžiamos teiginiu, kad nuoseklieji procesai bendrauja per kanalus.

Jų pirminis tikslas yra sistemų modeliavimas ir dėl to jos neatlieka funkcijų, reikalingų priklausomybių tarp funkcionalumo ir architektūros nustatymui, pvz., architektūros ir funkcionalumo tinklų jungimo arba atliekant tobulinimą skirtinguose hierarchijos lygmenyse ar sluoksniuose. Be to, šios kalbos neturi galimybių aiškiai atvaizduoti apribojimų. Galiausiai, naudojantis pagrindine C/C++semantika, o ypatingai rodyklėmis, kurios patogios modeliuojant, yra užkertamas kelias automatinei sintezei.

Komerciniai aparatūros ir programinės įrangos koverifikavimo įrankiai tokie kaip Mentor, Vast, Virtio ir Axys teikia greitą komandinio rinkinio simuliaciją, susietą su

įvairiais kitais aparatūros simuliatoriais. Jie sprendžia funkcinio ir našumo modeliavimo problemą siedami ją daugiau su į programinę įrangą orientuotomis įterptinėmis sistemomis. Tačiau jie nesprendžia aukšto lygmens aparatūrinės įrangos modeliavimo ir tobulinimo problemų.

Automatizuoti projektavimo įrankiai su integravimu iš RTL lygmens į GDSII:

- integruoti testavimo įrankiai,
- IP pernaudojimas,
- platformomis grįstas projektavimas ir
- sistemos lygmens projektavimo technologija (jau systemc).

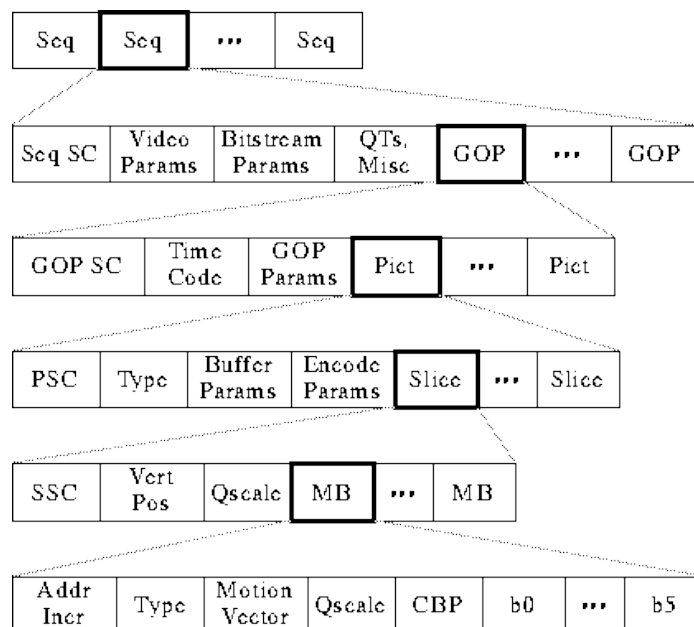
4. Projektinė dalis

4.1. Kodavimo principai

4.1.1. MPEG-2

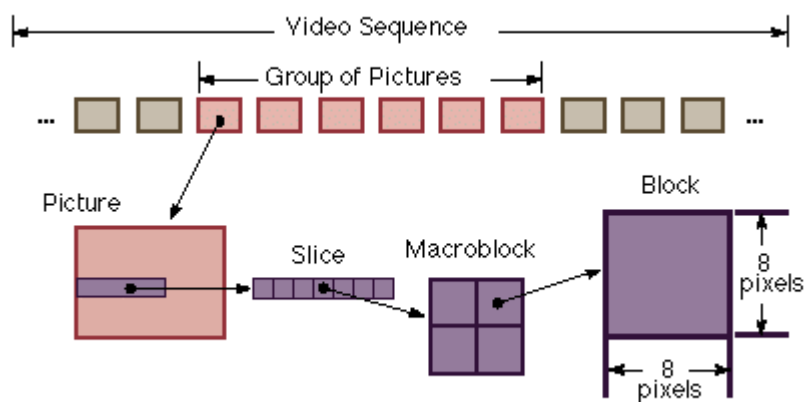
Video signalas yra atskirų vaizdų (kadru) seka. Kiekvieną vaizdą sudaro taškų masyvas. Neglaudintas vaizdas užima labai daug vietos. Tokie didžiuliai informacijos srautai yra netinkami naudoti paprastiems vartotojams nes juos sunku apdoroti ir perduoti. Šioms problemoms spręsti naudojamas vaizdo glaudinimas. Jis leidžia sumažinti informacijos apimtį. Egzistuoja du glaudinimo tipai: vienas yra be nuostolių, o kitas su nuostoliais. Benuostoliniai metodai, tokie kaip Hofmano, aritmetinis ir kt., palyginti prastai glaudina vaizdą, nes taško reikšmių pasiskirstymas yra gan platus. Taigi toliau bus apžvelgta kaip vaizdas yra glaudinamas naudojant MPEG standartą.

Vaizdų srauto duomenų hierarchija



Vaizdų srauto duomenų hierarchija

Paveiksle matome, kad vaizdų bitų srautą sudaro keturi sluoksniai: GOP (*angl. Group of Pictures*) – vaizdų grupė, vaizdas, vaizdo dalis, makroblokas, blokas.



Vaizdų sekos išskaidymas iki bloko

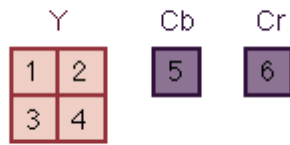
Vaizdų seka prasideda sekos antrašte, susideda iš vienos arba daugiau vaizdų grupių, o baigiasi sekos pabaigos kodu.

Vaizdų grupė turi antraštę, ją sudaro vienas arba daugiau vaizdų.

Vaizdas – pradinis vaizdų sekos kodavimo elementas. Vaizdą sudaro trys kvadratinės matricos: viena apibrėžianti skaisčių (Y) ir dvi – spalvas (Cb ir Cr). Y matrica turi lyginį eilučių ir stulpelių skaičių. Cb ir Cr matricos stulpelių ir eilučių turi dvigubai mažiau.

Vaizdo dalį sudaro vienas arba daugiau makroblokų, kurie numeruojami iš kairės į dešinę ir iš viršaus į apačią. Vaizdo dalių išskyrimas yra svarbus siekiant aptikti klaidas. Jei bitų sraute aptinkama klaida, dekoderis gali peršokti į kitą vaizdo dalį. Padalinus vaizdą į daugiau dalių galimas tikslesnis klaidų ištrynimasis, bet panaudojami bitai, kurie galėtų pagerinti vaizdo kokybę.

Makroblokas yra pagrindinis MPEG algoritmo kodavimo vienetas. Jį sudaro 16 x 16 taškų vaizdo segmentas. Kiekvieną spalvos matricą sudaro pusė skaisčio matricos reikšmių vertikalia ir horizontalia kryptimis, taigi makrobloką sudaro keturi Y, vienas Cr ir vienas Cb blokas.



Makrobloko komponentai

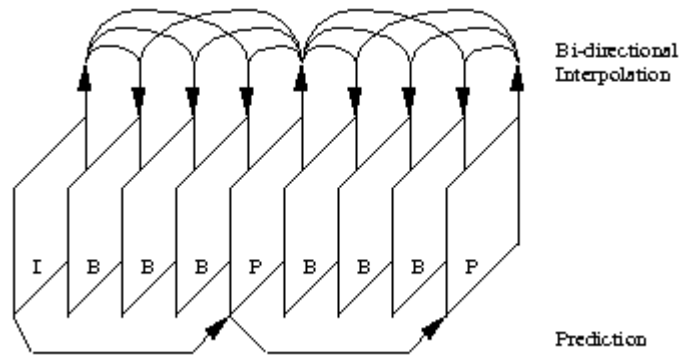
Blokas yra mažiausias MPEG algoritmo kodavimo vienetas. Jį sudaro 8 x 8 taškai. Blokas gali būti trijų tipų: skaisčio, raudonos spalvos arba mėlynos spalvos. Blokas yra pagrindinis objektas vidinio vaizdo kodavime.

Vaizdų tipai

MPEG standartas nustato trijų tipų vaizdus:

- Vidiniai vaizdai (I)
- Prognozuoti vaizdai (P)
- Dvikrypčiai vaizdai (B)

Šių trijų rūšių vaizdai naudojami sudaryti vaizdų grupę.



I-, P-, B-vaizdų išsidėstymas sekoje

Vidiniai vaizdai (I-vaizdai) koduojami tik naudojant informaciją, kurią turi pats vaizdas. Pasiekiamas vidutinis kompresijos laipsnis. Paprastai vienam užkoduotam taškui tenka apie du bitus.

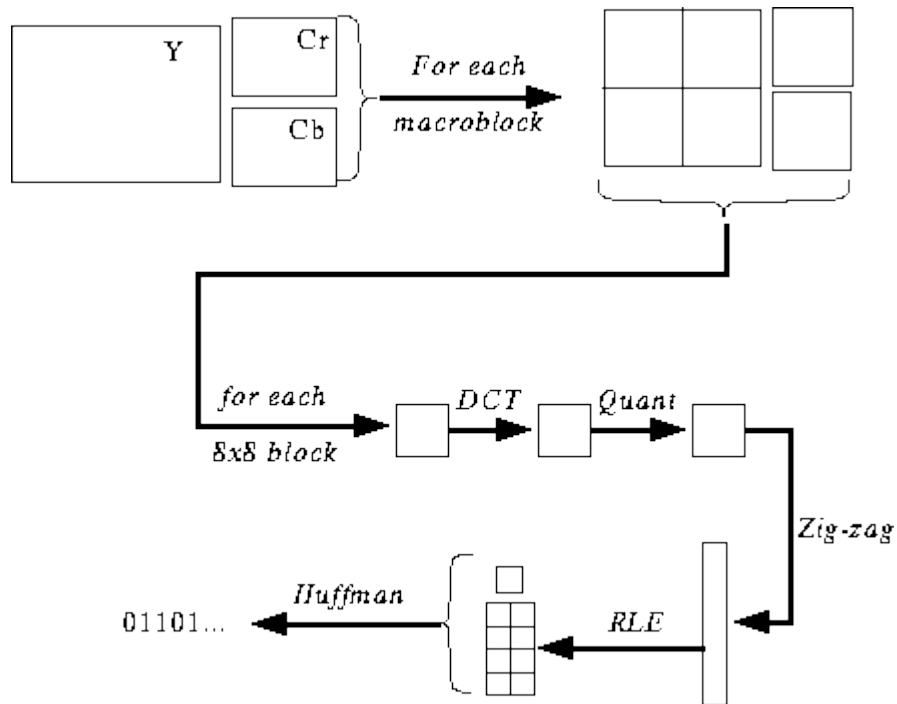
Prognozuoti vaizdai (P-vaizdai) koduojami artimiausio prieš tai buvusio I- arba P-vaizdo atžvilgiu. Ši technologija vadinama prognozavimu į priekį, pav. 4

Kaip ir I-vaizdai, P-vaizdai taip pat gali būti naudojami kaip atramos taškas prognozuojant B-vaizdus ir būsimuosius P-vaizdus. Be to P-vaizdams naudojama judesio kompensacija, kuri pagerina glaudinimą lyginant su I-vaizdais.

Dvikrypčiai vaizdai (B-vaizdai) yra tie, kurie naudoja tiek buvusių, tiek būsimus vaizdus kaip šaltinį prognozavimui. Dėl to B-vaizdų glaudinimas yra didžiausias, nors užtrunka daugiausia laiko. Ši technika vadinama dvikrypiu prognozavimu.

Vaizdų kodavimo metodai

Vidiniai vaizdai



Vidinio vaizdo kodavimo algoritmas

MPEG vaizdo kodavimo algoritmą sudaro tokie žingsniai:

- Diskrečioji kosinusų transformacija
- Kvantavimas
- Kintančio kodo ilgio kodavimas

Vaizdų blokuose yra didelis informacijos perteklius. Siekiant sumažinti šį perteklių MPEG algoritmas kosinusų transformacija (DCT) transformuoja 8 x 8 taškų blokus iš erdvinės srities į dažninę.

Panaudojus DCT ir kvantavimą daugelis dažnio koeficientų tampa lygūs nuliui. Ypač aukšto erdvinio dažnio koeficientai. Siekiant efektyviai išnaudoti šią savybę koeficientai yra išrenkami zigzago tvarka, kad būtų gautos ilgos nulių sekos. Tada koeficientai sugrupuojami į poras, kuriose nurodomas nulinio koeficiento numeris ir nenulinio koeficiento amplitudė. Po to šios poros koduojamos kintančio ilgio kodu (Hofmano kodu), pagal kurį trumpesnis kodas suteikiamas dažniau pasirodančioms poroms, o ilgesnis – rečiau.

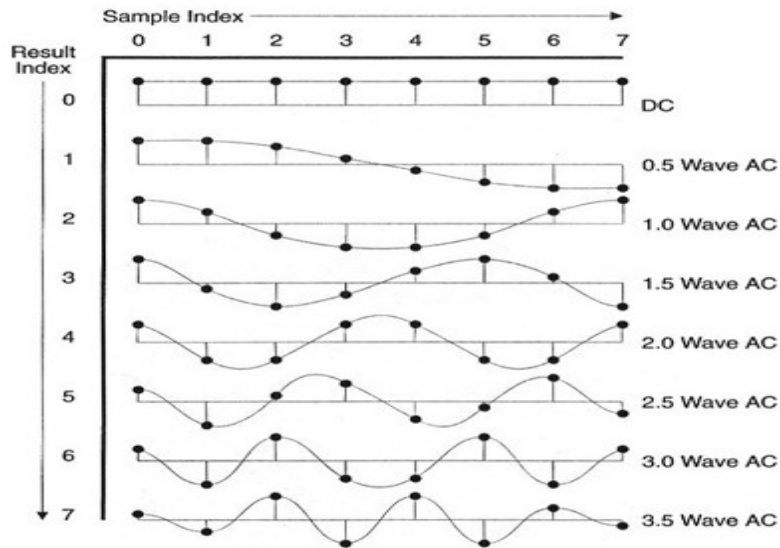
Kai kurie taškų blokai turi būti užkoduojami tiksliau nei kiti. Pavyzdžiui blokai, tarp kurių yra švelnūs spalviniai perėjimai turi būti koduojami tiksliau, kad būtų išvengta matomų ribų tarp blokų. Šiai problemai spręsti MPEG algoritmas leidžia kiekvienam taškų makroblokui parinkti konkretų kvantavimo tikslumą. Šis mechanizmas taip pat gali būti panaudotas prisitaikant prie skirtingo duomenų pralaidumo.

Diskrečioji kosinusų transformacija

Diskrečioji kosinusų transformacija (DCT) yra matematinė operacija, kuri transformuoja duomenis, gautus diskretizuojant tam tikru dažniu, į jų dažnio komponentes.

Vienos dimensijos DCT konvertuoja skaičių masyvą, kuris atitinka skirtingais laiko momentais užfiksuotas signalo amplitudes, į kitą skaičių masyvą, iš kurių kiekvienas atitinka konkrečią pradinio masyvo dažnio dedamųjų amplitudę. Gautas masyvas turi tiek pat reikšmių, kiek ir pradinis masyvas. Pirmoji gautojo masyvo reikšmė yra visų pradinio masyvo reikšmių aritmetinis vidurkis ir yra nuolatinės dedamosios atitikmuo. Kiekvienas

iš likusių elementų atitinka pradinio masyvo dažnio dedamųjų amplitudes. Dažnio dedamosios kiekvieno dažnio atveju randamos apskaičiuojant viso masyvo reikšmių su svorio koeficientais vidurkį. Svorio koeficientai yra tarsi kosinusinė banga, kurios dažnis yra proporcingas gaunamo masyvo indeksui.

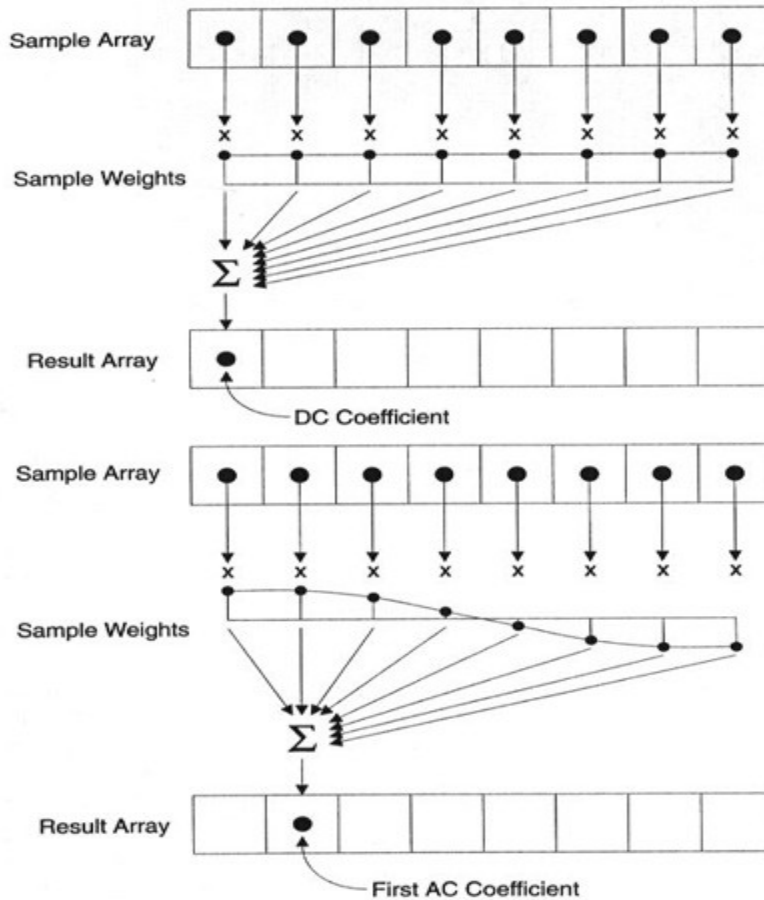


Kosinų transformacija

Kosinų transformacijos koeficientai

Result\Sample Index	0	1	2	3	4	5	6	7
0	+0.707	+0.707	+0.707	+0.707	+0.707	+0.707	+0.707	+0.707
1	+0.981	+0.831	+0.556	+0.195	-0.195	-0.556	-0.831	-0.981
2	+0.924	-0.383	-0.383	-0.924	-0.924	-0.383	+0.383	+0.924
3	+0.831	-0.195	-0.981	-0.556	+0.556	+0.981	+0.195	-0.831
4	+0.707	-0.707	-0.707	+0.707	+0.707	-0.707	-0.707	+0.707
5	+0.556	-0.981	+0.195	+0.831	-0.831	-0.195	+0.981	-0.556
6	+0.383	-0.924	+0.924	-0.383	-0.383	+0.924	-0.924	+0.383
7	+0.195	-0.556	+0.831	-0.981	+0.981	-0.831	+0.556	-0.195

pavaizduotas laiko srities keitimas DCT sritimi.

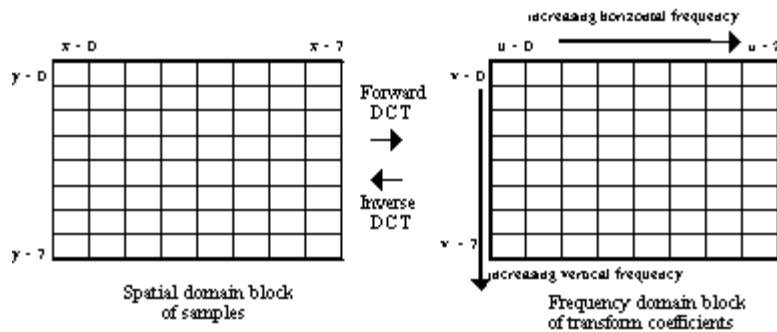


Laiko srities keitimas DCT dažnio sritimi

Vienos dimensijos DCT skaičiuojama pagal tokią formulę:

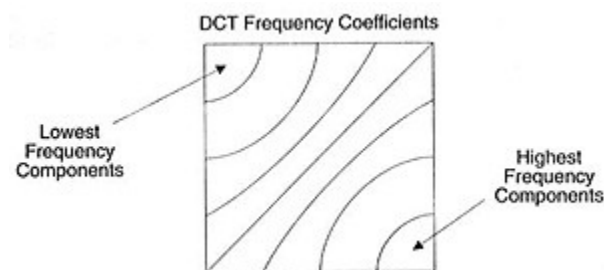
$$f_j = \frac{1}{2}(x_0 + (-1)^j x_{n-1}) + \sum_{k=1}^{n-2} x_k \cos \left[\frac{\pi}{n-1} jk \right]$$

Dviejų dimensijų DCT keičia dviejų dimensijų erdvės sritį į dviejų dimensijų DCT sritį.



2D liko srities masyvo keitimas 2D DCT sritimi

Dviejų dimensijų DCT naudoja fundamentinius vienos dimensijos DCT veiksmus. Galima įsivaizduoti, kad 8×8 taškų masyvas yra aštuonios eilutės po aštuonis taškus. Taigi, vienos dimensijos DCT pritaikoma atskirai kiekvienai eilutei po aštuonis taškus. Atsakymas bus aštuonios eilutės dažnio koeficientų. Dabar imami aštuoni koeficientų stulpeliai. Visi pirmo stulpelio koeficientai atitiks nuolatines dedamasias, antrame stulpelyje bus pirmi kintamos dedamosios elementai ir t.t. Svarbu paminėti, kad nors horizontalia kryptimi koeficientai atitinka dažnio dedamasias, vertikaliai vis dar išreiškiama erdvinė informacija. Todėl vienos dimensijos DCT turi būti dar kartą pritaikoma kiekvienam stulpeliui. Dažnių pasiskirstymas pavaizduotas paveiksle:



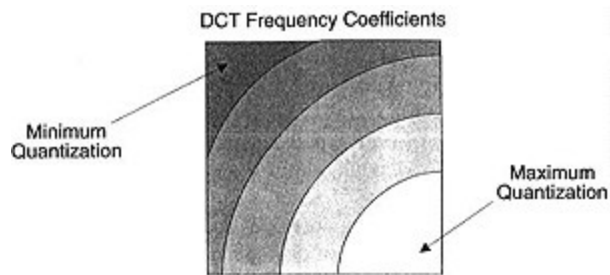
Dažnių pasiskirstymas DCT srityje

Galiausiai kiekvienas masyvo elementas reikš dvimatį dažnio komponentą. Kairiajame viršutiniame kampe esantis komponentas yra viso dvimačio masyvo nuolatinės dedamosios elementas, o visi likę koeficientai parodo dažninę informaciją. Dviejų dimensijų DCT koeficientai randami pagal tokią formulę:

$$f_j = \sum_{k=0}^{n-1} x_k \cos \left[\frac{\pi}{n} j \left(k + \frac{1}{2} \right) \right]$$

Kvantavimas

Po pradinio 8 x 8 taškų bloko transformavimo į 8 x 8 DCT koeficientus yra taikomas kvantavimas. Žemesnio dažnio sritis reikalauja mažiau kvantavimo resursų, o aukštesnio – daugiau. Kvantuojant DCT koeficientų tikslumas sumažėja, todėl kvantavimo laipsnis ir forma yra pritaikoma skirtingiems vaizdų tipam (vidiniams arba ne vidiniams), kad būtų išvengta matomų rekonstruoto vaizdo iškraipymų.



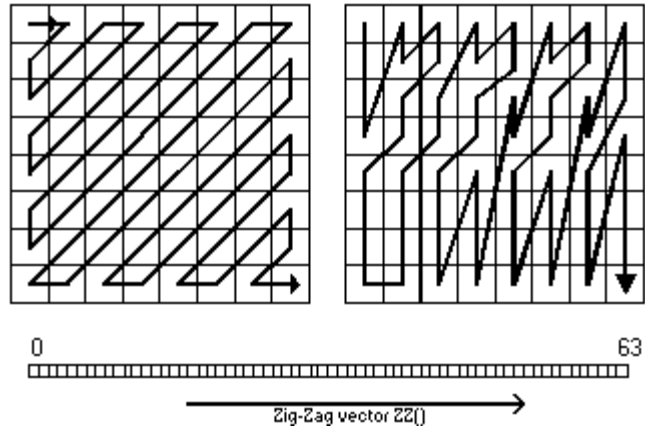
DCT sritys pagal kvantavimo sudėtingumą

MPEG algoritmas leidžia naudoti skirtingų svorių matricas vidiniams ir ne vidiniams vaizdams, kad atitiktų kiekvieno vaizdo dažnines charakteristikas.

Vidinių ir išorinių vaizdų kvantavimo matricos

Intra								NonIntra							
8	16	19	22	26	27	29	34	16	17	18	19	21	23	25	27
16	16	22	24	27	29	34	37	17	18	18	21	23	25	27	29
19	22	26	27	29	34	34	38	18	19	20	22	24	26	28	31
22	22	26	27	29	34	37	40	19	20	22	24	26	28	30	33
22	26	27	29	32	35	40	48	20	22	24	26	28	30	32	35
26	27	29	32	35	40	48	58	21	23	25	27	29	32	35	38
26	27	29	34	38	46	56	69	23	25	27	29	31	34	38	42
27	29	35	38	46	56	69	83	25	27	29	31	34	38	42	47

Išrinkimas zigzagu



Dvimačio masyvo keitimas vienmačiu

Išrinkimas zigzagu naudojamas norint pakeisti dviejų dimensijų masyvą į vienos dimensijos seką. MPEG-2 standarte panaudota nauja efektyvesnė zigzago forma labiau tinkanti vaizdo signalams.

Bloko pavyzdys

-22	17	1	1	0	0	0	0
-21	-15	1	0	0	0	0	0
11	3	-4	0	0	0	0	0
-3	2	2	0	0	0	0	0
0	-1	-1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Šiam blokui išrinktos reikšmės yra tokios:

	Run	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Alternatyvus išrinkimas	Amplitude	-2	-2	11	-3	17	-1	1	1	3	2	-	-	2	1	EOF	
		2	1				5				1	4					
	Run	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	3	
Zigzaginis išrinkimas	Amplitude	-2	-2	11	-3	17	-1	1	1	1	3	-	-	-	-	-1	EOF
		2	1				5					3	4	1			

Hofmano kodavimas

Hofmano kodavimas yra statistinis glaudinimo metodas. Pagrindinė idėja yra naudoti trumpesnę kodą norint pavaizduoti didelės tikimybės įvykius ir ilgesnį kodą – mažos tikimybės įvykiams.

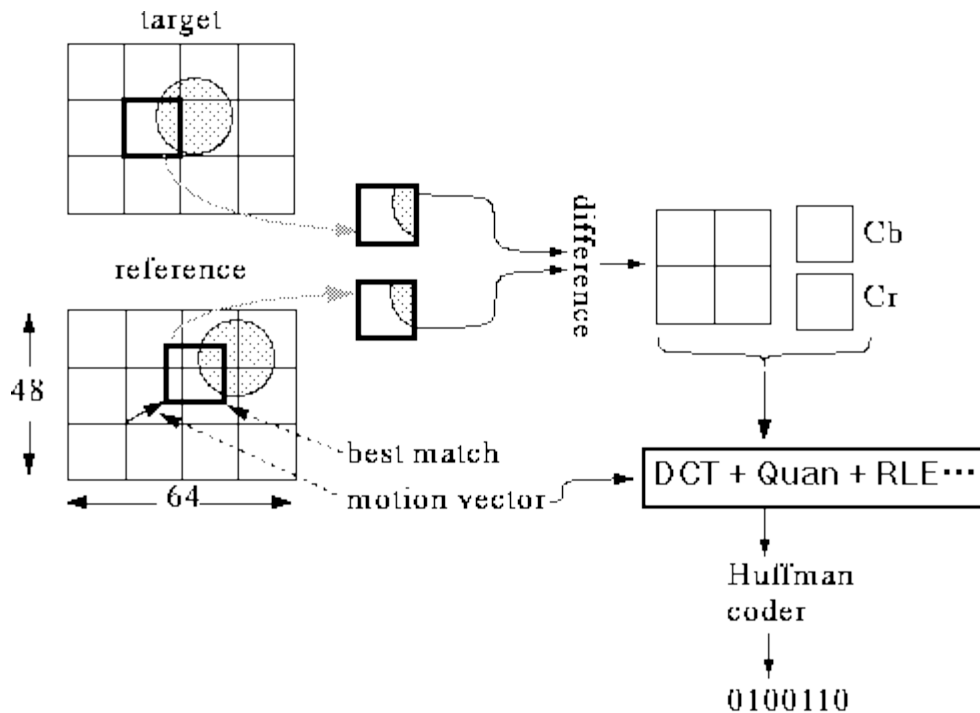
Hofmano kodavimas pasižymi šiomis savybėmis:

- ✓ Negali būti dviejų vienodų kodo žodžių tai pačiai bitų sekai užkoduoti.
- ✓ Nereikia informacijos, išskyrus patį kodą, nurodyti užkoduoto įvykio pradžia ir pabaigai.
- ✓ Tam tikram simbolių skaičiui, išdėstytam mažėjančios tikimybės tvarka, kodų ilgiai yra tokie, kad kodas susietas su tam tikru simboliu bus trumpesnis arba lygus kito – mažesnės tikimybės simbolio kodui.
- ✓ Neegzistuoja daugiau nei du tokio pat ilgio kodo žodžiai, kurių visi bitai išskyrus paskutinįjį yra vienodi.

Hofmano kodavimo kompresijos lygis labai priklauso nuo pradinių duomenų. Jeigu turime 10 tūkst. simbolių, pradinis dydis yra 10 tūkst. baitų, o užkoduotos informacijos kiekis lygus 10000 *

$(0.39 \cdot 1/8 + 0.24 \cdot 2/8 + 0.18 \cdot 3/8 + 0.09 \cdot 4/8 + 0.07 \cdot 5/8 + 0.03 \cdot 5/8) = 2837.5$. Taigi kompresijos santykis yra 1000 : 283,75.

Prognozuoti vaizdai



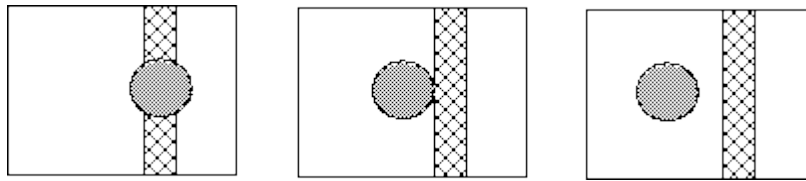
Prognozuojamų vaizdų kodavimo principas

P-vaizdas yra koduojamas pagal prieš jį buvusį (atskaitos) vaizdą, kuris gali būti I arba P vaizdas. Pastarajame paveiksle viršutiniame vaizde (koduotiname vaizde) pažymėtas blokas yra panašus į prieš jį buvusį (atskaitos) vaizdą, tik yra pastumtas į dešinę ir į viršų. Daugumą skirtumų tarp koduotino ir atskaitos vaizdų galima išreikšti mažų vaizdo gabalėlių postūmiais. Todėl ši technologija vadinama judesio kompensacijos prognoze.

Judesio kompensacija pagrįstoje prognozėje išnaudojamas laikinis informacijos perteklius. Kai vaizdai yra panašūs įmanoma tiksliai prognozuoti sąryšį tarp koduotino ir atskaitos vaizdų. Prognozavimo procesas labai stipriai padeda sumažinti bitų skaičių. P-vaizduose kiekvienas 16 x 16 taškų dydžio makroblokas yra prognozuojamas pagal prieš tai buvusio I-vaizdo makrobloką. Vaizdai yra judančio objekto kadrai, todėl dviejų vaizdų makroblokai nebūtinai turi atitikti tą pačią vietą erdvėje. Todėl I-vaizde atliekama paieška ir randamas panašiausias makroblokas P-vaizde. Skirtumas tarp prognozuoto ir tikro makrobloko vadinamas prognozavimo paklaida. Ši klaida gali būti koduojama diskrečiosios kosinusų transformacijos (DCT) erdvėje. Paklaidos DCT duoda kelis aukšto dažnio koeficientus, kurių kodavimui po kvantavimo reikia mažo bitų skaičiaus.

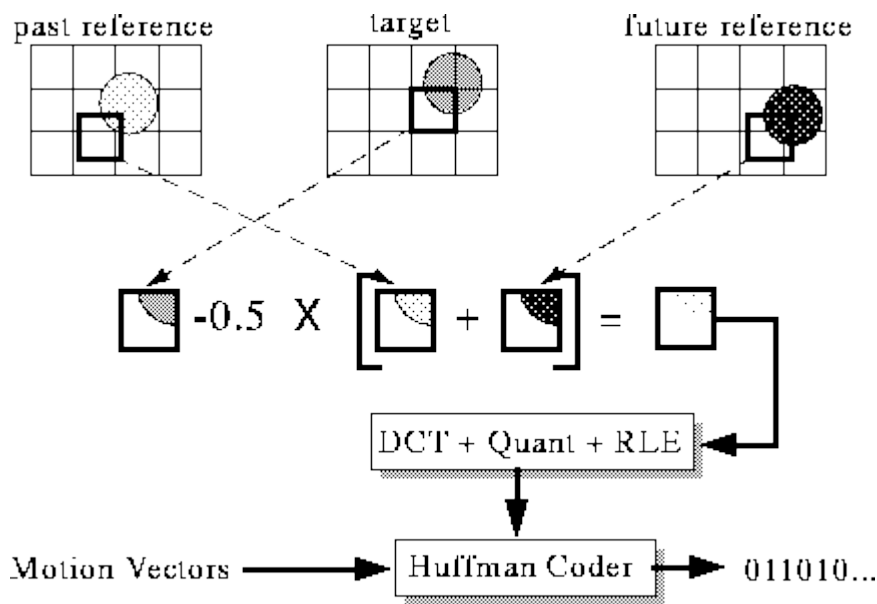
Kvantavimo matricos skirtos prognozavimo paklaidų blokams skiriasi nuo I-blokų kvantavimo matricų dėl skirtingo dažnių spektro. Horizontalus ir vertikalus poslinkiai tarp panašiausių makroblokų vadinami judesio vektoriais. Diferencinis kodavimas sumažina bitų skaičių, reikalingą perduoti judesio vektorių skirtumą tarp gretimų vaizdų. Galiausiai gautų duomenų kodavimui panaudojamas Hofmano algoritmas.

Dvikrypčiai vaizdai



Dvikrypčių vaizdų pavyzdys

Galima situacija situacija, kai koduojamame vaizde yra informacijos, kurios nėra atskaitos vaizde. B-vaizdas yra koduojamas panašiai kaip P-vaizdas, tik judesio vektorius gali būti apskaičiuotas pagal anksčiau buvusį vaizdą, dar tik būsimąjį arba pagal abu vaizdus. Kitame paveiksle pavaizduotas B-vaizdo kodavimo mechanizmas.



Dvikrypčių vaizdų kodavimo principas

4.1.2. MPEG-4

1. MPEG-4 Išskiria garso, vaizdo arba garso-vaizdo (audiovizualinius) objektus, vadinamus „media objektais“. Šie media objektai gali būti natūralios arba sintetinės prigimties. Tai reiškia, kad jie gali būti įrašyti naudojant kamerą arba mikrofoną, arba generuojami kompiuteriu.
2. Aprašo šių objektų išdėstymą sudėtinių media objektų kūrimui, kurie formuoja audiovizualines scenas.
3. Transformuoja duomenis, susijusius su media objektais taip, kad jie galėtų būti perduodami tinklais teikiant paslaugų kokybę atitinkančią specifinių objektų prigimtį.
4. Betarpiškai bendrauja su imtuvo generuojama audiovizualinė scena.

Kodinis media objektų pateikimas

MPEG-4 audiovizualinės scenos susideda iš keleto hierarchine struktūra išdėstytų media objektų. Hierarchijos medžio „lapeliuose“ yra primityvūs media objektai, tokie kaip:

1. Tolygūs vaizdai (pvz. nesikeičiantis fonas).
2. Video objektai (pvz. kalbantis žmogus be fono).
3. Garso objektai (pvz. su žmogumi susijęs garsas, foninė muzika).

MPEG-4 standartizuoja daugelį tokių primityvių media objektų, galinčių atvaizduoti tiek natūralios, tiek sintetinės prigimties vaizdus, kurie gali būti ir dviejų, ir trijų dimensijų. Be paminėtų ir media objektų, MPEG-4 apibrėžia tokių objektų kodinį atvaizdavimą:

- Tekstas ir grafika

- Kalbančios sintetinės gálvos ir susijęs tekstas, naudojamas atkurti pokalbį ir animuoti galvą; animuoti kūnai susieti su galva
- Sintetinis garsas

Media objektas savo kodiniame pavidale susideda iš atskirų elementų ir gali dalyvauti audiovizualinėse scenose. Svarbu paminėti, kad kodiniame pavidale kiekvienas media objektas gali būti traktuojamas nepriklausomai nuo jį supančio fono.

Kodinis objekto pavidalas, turint omeny jo savybes, yra labai patogiai ir efektyviai naudojamas. Pagrindinės jo savybės yra atsparumas klaidoms, jį lengva išskirti iš kitų objektų ir redaguoti, arba galima keisti jo mastelį.

Media objektų sudarymas

Paveiksle pateikiamas būdas, pagal kurį MPEG-4 standarte iš individualių objektų yra sudaroma audiovizualinė scena. Paveiksle pavaizduoti sudėtiniai media objektai, kurie grupuoja primityvius media objektus. Primityvūs media objektai atitinka hierarchijos medžio lapelius, o sudėtiniai media objektai – šakas. Pavyzdžiui, vaizdo objektas atitinkantis kalbantį žmogų ir atitinkamas garsas yra sudedami, kad suformuotų naują sudėtinį media objektą, turintį kalbančio žmogaus garso ir vaizdo komponentus.

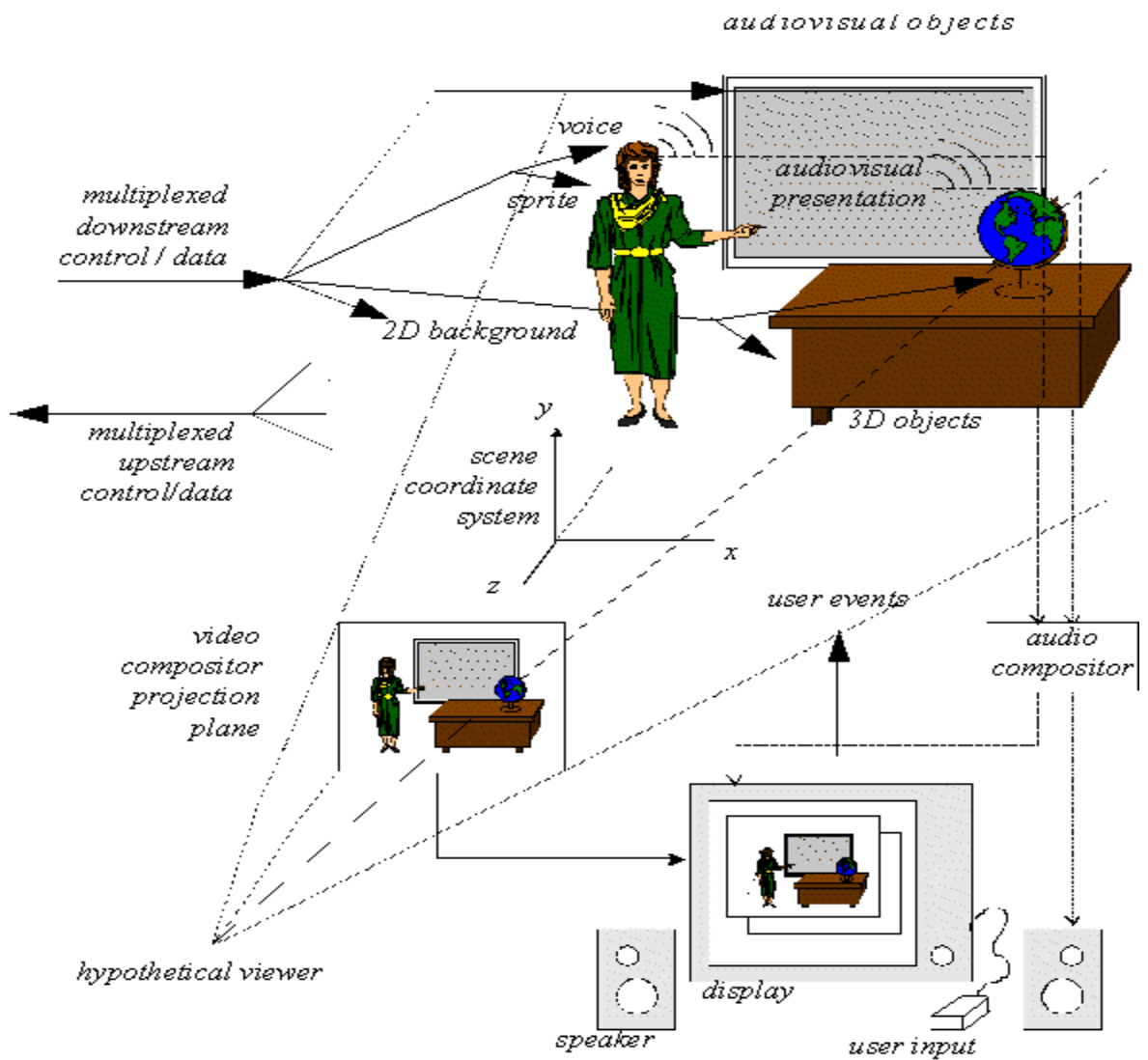
Toks grupavimas autoriams leidžia kurti sudėtingas scenas, o vartotojus įgalina manipuluoti objektais ar jų grupėmis.

Bendriau šnekant MPEG-4 teikia standartizuotą būdą scenos aprašymui, priklausomai nuo autoriaus nustatyto laisvės laipsnio, leidžiantį pavyzdžiui:

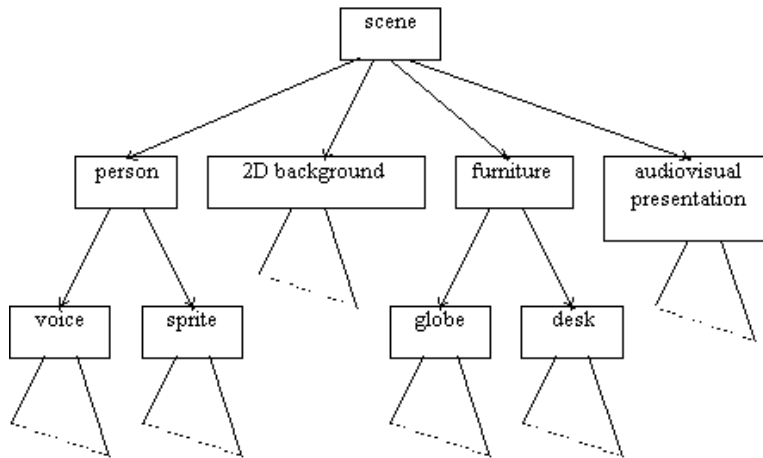
- Išdėstyti media objektus bet kur duotose koordinačių sistemos ribose.
- Pritaikyti transformacijas norint pakeisti geometrines arba akustines media objekto savybes.
- Grupuoti media objektus, sukuriant sudėtinius media objektus.
- Valdyti objektų atributus panaudojant duomenų srautą (pvz. pridėdant papildomą garsą, objektui priklausančią besikeičiančią tekstūrą, animacijos parametrus valdant sintetinį veidą).
- Nepertraukiamai keisti vartotojo stebėjimo ir girdėjimo tašką scenos ribose.

- Spustelint ant konkretaus objekto, sustabdant ar paleidžiant informacijos srautą keisti įvykių seką.
- Parinkti norimą kalbą (kai egzistuoja keli kalbų kanalai).

Galimos ir sudėtingesnės operacijos, kaip pavyzdžiui, virtualaus telefoninio ryšio užmezgimas.



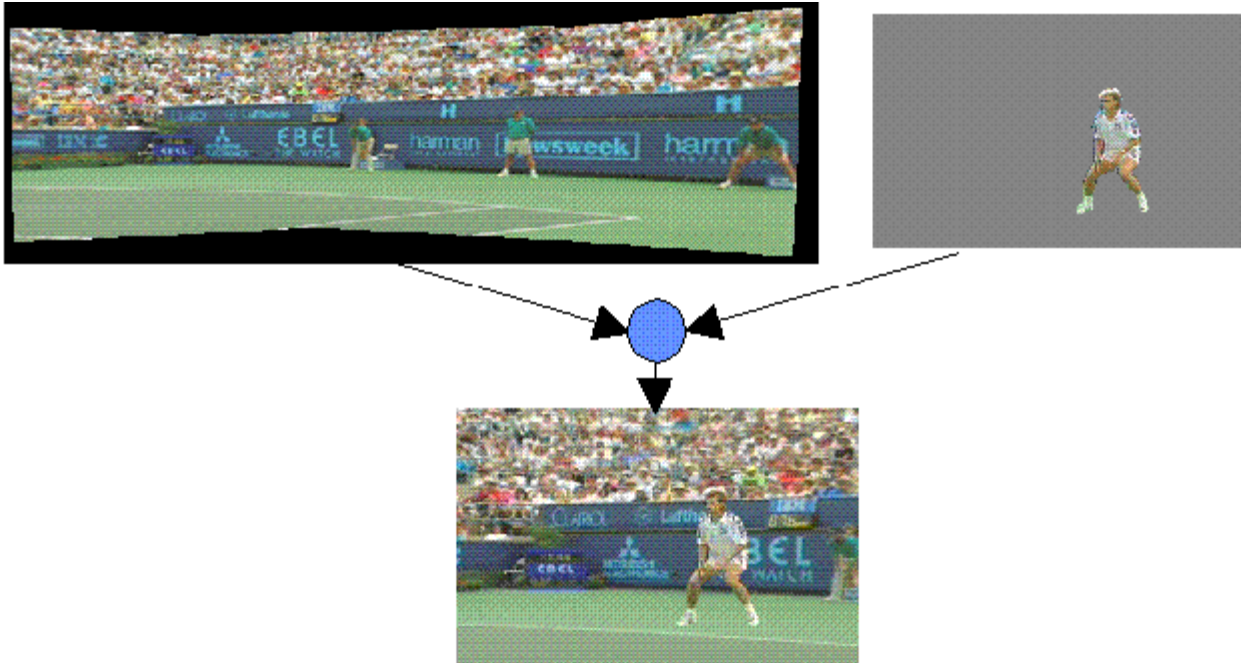
MPEG-4 scena



Media hierarchija

objektų

Paveikslas vaizduoja panoraminio vaizdo su judančiu objektu kodavimo MPEG-4 algoritmu pagrindinį principą. Taria, kad pirmojo plano objektas (teniso žaidėjas) gali būti atskirtas nuo fono, o tolydus panoraminis vaizdas panaikinamas prieš pradėdamas koduoti. Panorama yra tolydus statinis vaizdas, kuris fonu išlieka visoje scenos vaizdų sekoje. Panoraminis vaizdas perduodamas imtuvui tik vieną kartą kaip pirmas sekos kadras apibūdinti foną. Judantis pirmo plano objektas yra perduodamas atskirai, kaip specifinės formos vaizdo objektas. Imtuvas sujungia abu – fono ir pirmo plano vaizdus, kad atkurtų kiekvieną kadrą.



Fono ir judančio objekto sujungimas

Remiantis subjektyviais vertinimo testais lyginant su pirma MPEG versija, naudojant šią technologiją, priklausomai nuo vaizdų turinio, galima sutaupyti iki 50 % duomenų srauto.

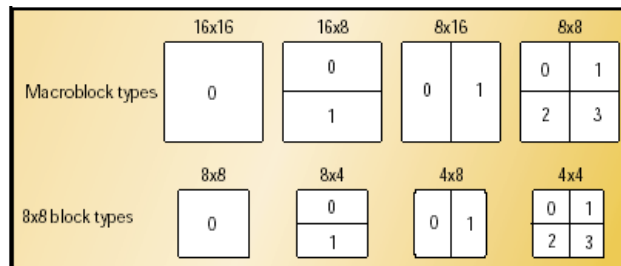
Tolygių arba raštuotų vaizdų kodavimui naudojamas dengimas bangelėmis. Tai leidžia vaizdą padalinti į sritis ir kiekvieną sritį koduoti atskirai. Tai reiškia, kad dideli vaizdai gali būti užkoduojami ar dekoduojami naudojantis maža atminties apimtimi. Taip pat yra žymiai pagerinta atsitiktinė kreiptis į atmintį.

MPEG-4 AVC laikinės kompresijos privalumai

MPEG-4 AVC labiausia pagerino išorinių vaizdų kodavimą. Nauji metodai šioje srityje teikia gerokai didesnę laikinę kompresiją ir geresnę judesio kokybę lyginant su ankstesnėmis MPEG versijomis.

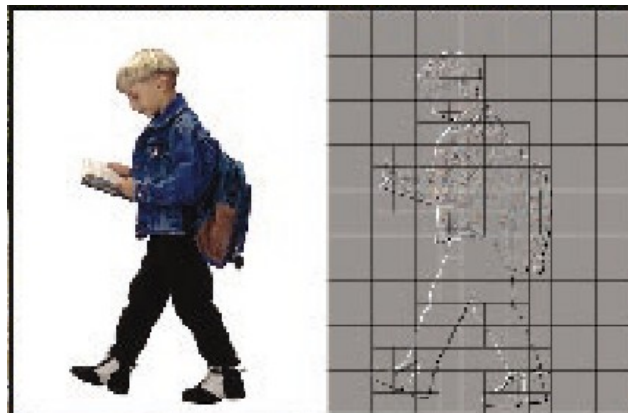
Blokų dydžiai. Išoriniams vaizdams koduoti MPEG-2 naudojo tik 16 x 16 taškų dydžio makroblokus, todėl nebuvo užtikrinama pakankama skiriamoji geba tiksliai koduoti sudėtingus arba netiesinius judesius tokius, kaip dydžio keitimas. MPEG-4 AVC

pagerina judesio kompensavimą leisdamas koderiui keisti kiekvieno makrobloko skaisčio komponentę. Skaisčio komponentė pasirinkta todėl, kad žmogaus akis yra daug jautresnė skaisčio pokyčiui, negu spalvos. Kaip pavaizduota sekančiame paveiksle, MPEG-4 AVC gali padalinti kiekvieno makrobloko skaisčio komponentę keturiais būdais: 16 x 16, 16 x 8, 8 x 16 arba 8 x 8. Kai naudojami 8 x 8 blokai, kiekvienas iš keturių 8 x 8 blokų gali būti toliau dalinamas keturiais būdais: 8 x 8, 8 x 4, 4 x 8, 4 x 4.



Makroblokų ir blokų padalinimas

Makroblokų padalinimas leidžia koderiui išskirti kelis judesio tipus atsižvelgiant į judesio sudėtingumą ir informacijos pralaidumo galimybes. Bendrai didesni makroblokai naudojami pavaizduoti judesį tolygiose vaizdo vietose, o mažesni – detalesnėse. Rezultate gaunama geresnė vaizdo kokybė ir mažiau kvadratėlių. Testai parodo, kad teisingas vaizdo padengimas blokais gali sutaupyti 15 proc. resursų. Vaizdo padalinimas pavaizduotas paveiksle.



Vaizdo padalinimas makroblokais

Judesio kompensacijos tikslumas. Dažniausiai kiekvieno makrobloko, bloko ar sub-bloko ribose judesys įvyksta raiškose, mažesnėse nei vienas taškas. Todėl MPEG-4 AVC palaiko judesio kompensacijos vienos ketvirtosios arba vienos aštuntosios taško tikslumą. Ankstesni MPEG standartai turėjo vienos antrosios taško tikslumą. Testai parodo, kad vienos ketvirtosios taško tikslumas, lyginant su vieno taško tikslumu, duomenų srautą sumažina 15 proc.

MPEG-2 naudoja tik du atskaitos vaizdus periodinių judesių prognozavimui, pavyzdžiui karuselės sukimuisi. Bet kai kameros keičia kampą, arba persijunginėja tarp scenų, naudojant tik du atskaitos vaizdus negalima sėkmingai prognozuoti judesio. Panašiai norint pavaizduoti sudėtingą judėjimą, kaip bangas ar sproginimą reikalingi daugiau nei du atskaitos vaizdai. Dėl šių priežasčių MPEG-4 AVC standartas numato iki penkių atskaitos vaizdų išorinių vaizdų kodavimui. Rezultate gaunama geresnė subjektyvi vaizdo kokybė ir didesnis kompresijos laipsnis.

Glaudinti skaitmeniniai vaizdai paprastai pasižymi kampuotumo savybe, kuri pastebima blokų susikirtimų ribose, ypač prie žemų informacijos perdavimo greičių. Šis efektas atsiranda dėl apdorojimo skirtingais kvantizatoriais ir judesių tipais. MPEG-2 standarte vienintelis būdas išvengti kampuotumo yra specialių antrinių apdorojimo mechanizmų naudojimas, kurie suderinami ne su visais imtuvais. MPEG-4 AVC turi kampuotumo filtrą, kuris dirba dviejuose lygiuose: 16 x 16 makroblokų 4 x 4 blokų ribose. Filtravimas paprastai duoda žemesnį amplitudinį signalo/triukšmo santykį, bet subjektyviu požiūriu kokybė atrodo geresnė.

Atlikus judesio kompensaciją, transformavimą ir kvantavimą ankstesni MPEG koderiai adresuoja simbolius, nusakančius judesio vektorių ir kvantuotus koeficientus į bitus. Pavyzdžiui MPEG-2 naudoja statinį kintančio ilgio kodavimą, kuris nėra pritaikytas tikrai vaizdo aplinkai, kur turinys ir scenos keičiasi bėgant laikui. MPEG-4 AVC naudoja prie turinio prisitaikantį dvejetainį kodavimą (*angl. context-adaptive binary arithmetic coding (CABAC)*). CABAC teikia labai gerą kodavimo efektyvumą prisitaikydamas prie kintančio simbolių tikimybių pasiskirstymo. Šis metodas, pavyzdžiui, išnaudoja koreliaciją tarp simbolių ir aritmetinį kodavimą. Šis metodas padeda sutaupyti daugiau nei penkis procentus.

MPEG-4 AVC ir keletos kitų standartų informacijos perdavimo greitį.

MPEG-4 AVC pranašumas prieš kitus glaudinimo būdus

Algoritmas	MPEG-4 II dalis (ASP)	H.263	MPEG-2
MPEG-4 AVC	39%	49%	64%

Transakcijų lygmens modeliavimas

Transakcijų lygmens modeliavimas (TLM) yra aukšto lygio metodas skaitmeninių sistemų modeliavimui, kur tarpmodulinės komunikacijos detalės yra atskirtos nuo funkcinių dalių išpildymo ar komunikacijos architektūros. Komunikacijos mechanizmai, pvz., magistralės ar FIFO, yra modeliuojami kaip kanalai ir yra sujungiami į modulius kaip systemC interfeiso klasės. Transakcijų užklausos vyksta, kviesdamos sąsajos funkcijas tų kanalo modelių, kurie enkapsuliuoja žemo lygio informacijos keitimo detales.. TLM lygmenyje, pabrėžiamas duomenų perkėlimo funkcionalumas - kokie duomenys yra iš kur persiųsti ir į kur - mažai kreipiant dėmesį į jų žemiausio lygio išpildymą ar naudojamą tam protokolą. Šis metodas sisteminio lygmens projektuotojui leidžia lengviau bandyti, pavyzdžiui, skirtingą magistralių architektūrą, kai nebereikia iš naujo sukoduoti modelių, kurie bendrauja su magistralėmis, nes komunikuojama per bendrą sąsają.

The focus of TLM is on the communication between the processes rather than the algorithms performed by the processes themselves

TLM labiausiai fokusuojamas į tarpprocesinį komunikavimą, bet ne į algoritmus, kurių pagrindu patys procesai veikia.

Sistemos elgsenos modelyje atsiranda subendrinti procesai, kurių vieni kuria duomenis, kiti juos naudoja, dar kiti inicijuoja įvairius ryšius arba pasyviai atsakinėja į kitų procesų užklausas.

SystemC

Apie SystemC dažnai galvojama kaip aparatinės įrangos aprašymo kalbą kaip VHDL ir Verilog, bet tiksliau būtų sakyti, kad tai sistemų aprašymo kalba, kadangi labiausiai ji tinka TLM lygmens modeliavime ir elgsenos modeliavime. SystemC yra kompletas bibliotekų ir makrokomandų, įgyvendintų C++ kalba, kurios įgalina imituoti lygiagrečius procesus, kurių kiekvienas vėlgi apibūdinamas įprasta C++ sintakse. SystemC struktūroje, šitaip aprašytieji objektai gali komunikuoti dirbtinėje realaus laiko aplinkoje naudodami, visus C++ teikiamus duomenų tipus, specifinius, naudojamus systemC kalbos bibliotekose taip pat ir vartotojo sukurtuosius.

Elgsenos modeliai, procesai gali būti išskviečiami bet kokį kartų skaičių, o procesų apribojimai yra apibrėžiami pagal bendrą procesų hierarchiją.

SystemC turi semantikos panašumą į VHDL ir Verilog, bet lyginant su šiomis kalbomis visada turi antraštes, tačiau ji turi didesnę išraiškų laisvę, pvz., kaip objektiškai orientuotų projektų sudalijimas ir šablonų klasės. SystemC yra ir apibūdinimo kalba ir imitavimo branduolys. Sukompiliuotas tam tikrose bibliotekose, paleidžiamasis failas, elgiasi kaip apibūdinamasis modelis. Kita savybė yra, kad šio imitavimo atlikimas neturi būti lyginamas su komercinių VHDL/Verilog simulatorių, suprojektuotų imituoti RTL lygmens projektus realiu laiku.

SystemC turi visas pretenzijas tapti ateities sistemų aprašymo kalba. SystemC aprašo vienu kartu ir programinę ir aparatūrinę įrangą. Modeliuojant įvairiose bibliotekose galima nustatyti kaip geriau daryti – daugiau sistemos stumti į aparatūrą ar daugiau palikti dirbti programiškai.

Tai dar jokių būdu nereiškia, kad systemc tai absoliutus gėris. Kitos kalbos kaip vhdl ar verilog išlieka būtinos kai kalba eina apie projektavimą iš apačios į viršų ir specializuotų žemo lygmens įtaisų aprašams.

Elgsenos modeliavimas

Elgsenos modeliavime, teorinė sistema ir dinamiškas sistemos modelis, atkuria reikalingą originalios analizuotos sistemos elgesį, kadangi kuriamas tikslus originalios sistemos ir imituotos sistemos elgesio sutapimas. Taip modelis nuspėja sistemos būsenas atsižvelgdamas į paeitas sistemos būsenas.

Elgesenos modeliavimo lygmuo iškelia sistemos rėmų analizės svarbą pačios sistemos analizei. Jis prisiderina prie esamo bibliotekinio fizinių elementų lygmens ir naudoja jame esančius matematinius elementus aukštesnio lygmens koncepcijoms spręsti.

Itin svarbus klausimas elgesio modeliavime yra ar sąlyginė būseną-1 gali būti nustatyta, žinant sąlyginę būseną-2 ir sistemos veikimo modelį. O jei būseną-2 gali būti nustatyta žinant būseną-1 ir sistemos modelį, tai būseną-2 gali būti vadinama numatomąja. Matematiškai, būsenos ar kintamojo nustatomumas ir reiškia kintamųjų slaptumą šia prasme, kad sekančios būsenos tikrumas yra įrodomas remiantis modeliu, bet ne kintamųjų perskaičiavimu. Tokia sistema gali būti vadinama nuspėjama ar slaptųjų kintamųjų sistema.

Šis teorinis apibrėžimas grindžia dažną elgesio modeliavimo sąvokos naudojimą.

Elgesenos modeliavimo sąvoka dažna specifinėse mokslo srityse tokiose kaip [computer-aided design](#) (CAD), ji nusako schemas modeliavimo būdus.

UML

UML įgyja didelį potencialą kaip sistemų projektavimo kalba. Einama vis toliau standartizacijos keliu ir vykdomos tokios iniciatyvos kaip SysML, kuri išplečia UML'ą sisteminio projektavimo srities kryptimi. Dėl to nagrinėjamos svarbiausios SysML ypatybės ir sistemų projektavimo bendrumai sudėtinguose SoC projektuose naudojant

Pernaudojimas

Pernaudojimo metodologija grįsta sistemos skaidymo blokais idėja. Ji nusako ne vien kaip sistema turėtų būti komponuojama bet ir taisykles bei nurodymus kaip turi būti aprašomi komponentai ir blokai, kad kuriant naują produktą, jis galėtų iš karto būti sintezuojamas. Šis metodas dengia beveik visas sritis – patį SoC projektavimo procesą, taisykles ir kūrimo įrankius, komponentų kūrimo metodiką, kuri plečiama iki RTL lygmens kodavimo specifikos, sintezavimo ir programinių bei aparatūrinių komponentų verifikavimo rekomendacijų.

Taipogi neapsieita be komponentų paruošimo pernaudojimui, sisteminio lygmens integravimo ir verifikavimo rekomendacijų, duomenų ir projekto tvarkymo pasiūlymų. Šios rekomendacijos dengia visus projektavimo lygmenis, pvz., lusto lygmens sinchro-signalui, blokų lygmens įėjimų/išėjimų sinchro signalams ir trigerių įėjimų/išėjimų valdymo signalams.

Darbo su DVI vaizdų perdavimu sistemos dekompozicija

Susidūrus su realiai dirbančiomis sistemomis kilo klausimų, kuriais nebuvo anksčiau domėtasi. Informacijos rasti sunku nors jos ir daug. Ilgą laiką teko sėdėti skaitant, nes aukštu abstrakcijos lygmuo buvo aiškus, o detalės sunkiai randamos ir kartais sunkiai suprantamos.

Kad suprasti kuriamą sistemą reikia ją išardyti į loginius blokus:

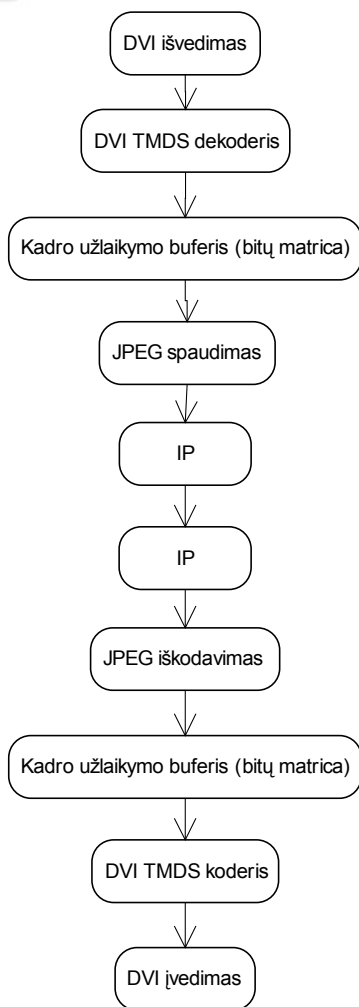
Pradinė sumanyta sistema turėjo būti iš:

1. kompiuterio su DVI vaizdo plokšte,
2. Xilinx FPGA ir
3. skaitmenine jungtimi aprūpinto monitoriaus.

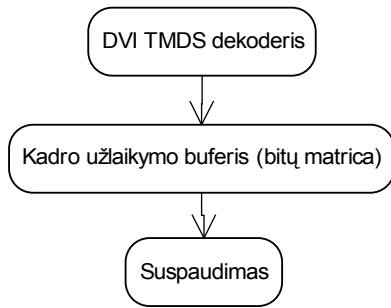
Dekoduojami TMDS signalai išsaugomi FPGA buferyje. Ten koduojami parenkant tinkamą vaizdų srauto spaudimo algoritmą. Formuojami paketai perduodami interneto protokolu.

Toliau viskas atgaline tvarka – paketai sugaunami, iškoduojamas vaizdas, ir TMDS koderis signalą paduoda monitoriui.

4.1.3. Sistemos schema



Koncentruotasi į šią looginės grandinės dalį:

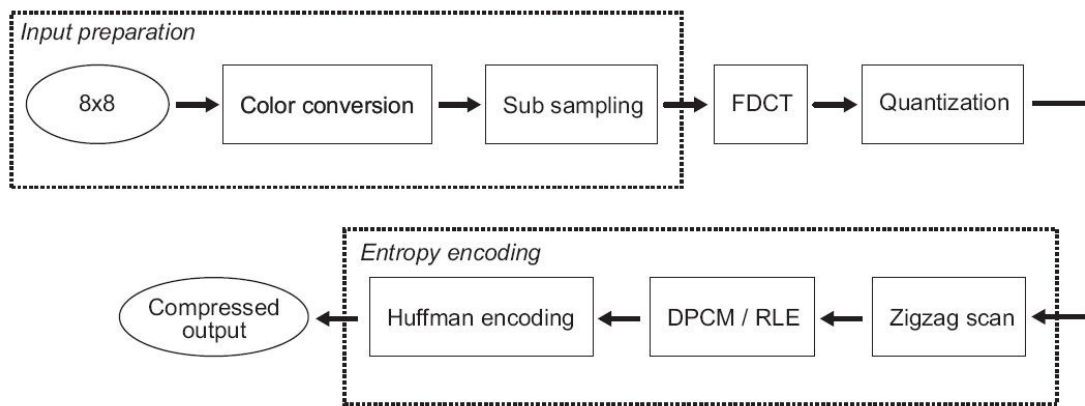


Darbe analizuojamas laiko momentas, kai gauti spalvų žodžiai išsaugomi matricoje ir su ja atliekama JPEG suspaudimo operacija.

JPEG spaudimas

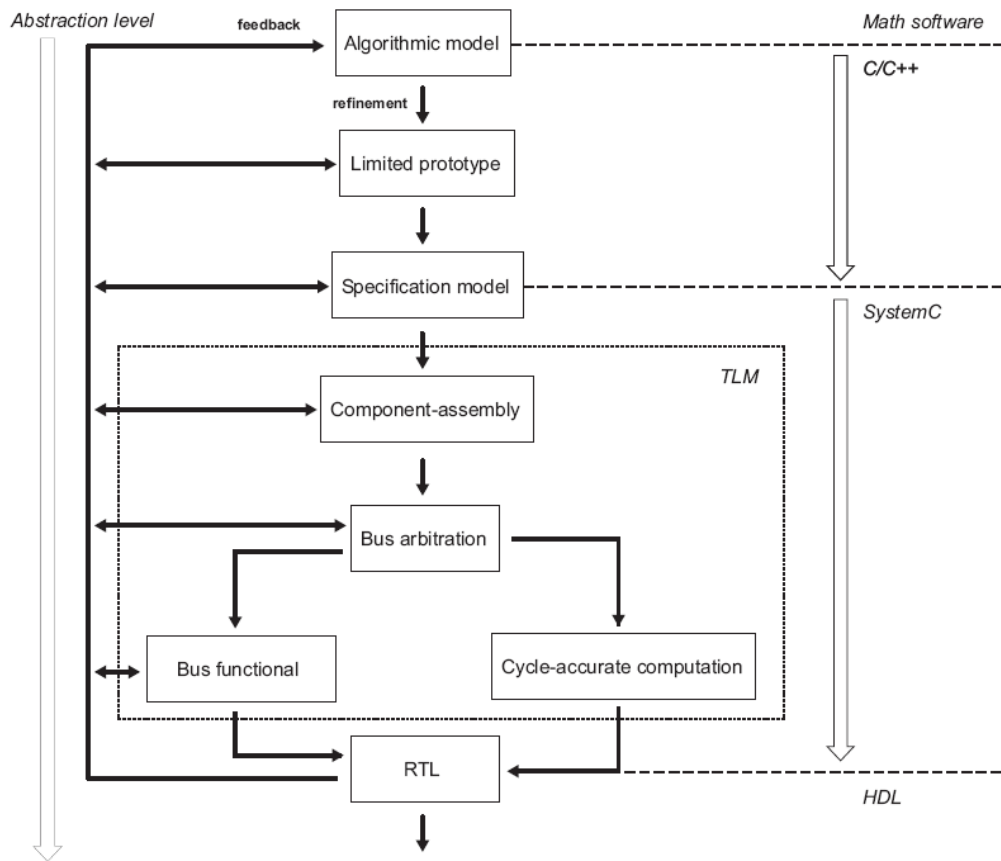
Jpeg kodavimo algoritmas gali būti suskirstytas į penkias dalis:

- Spalvinė konversija
- Sudalijimas
- Dviejų lygmenų kosinusų transformacija
- Kvantizavimas
- Entropijos kodavimas



Tikslas yra kuo greičiau ir kuo kokybiškiau suspausti kadrą į jpeg paveikslėlį. Kad stebėtojas galėtų netrikdomai dirbti naudodamasis pakeisto duomenų formato vaizdus naudojančių monitorių.

Sistemos projektavimo eiga



Algoritminis modelis

Jis įgyvendinamas panaudojant matematinės formules ir programinę įrangą.

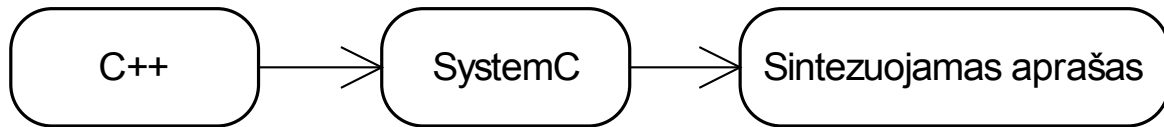
Funkcinis modelis

Pradinis prototipas su apribotu funkcionalumu gali būti geras atramos taškas pradėti gilesnes studijas.

Specifikacijos modelis

Tai kartais vadinamas modeliuojamąją specifikacija, yra pirmas architektūros išpildymas su jau pilnu funkcionalumu. Funkcionalumas čia skaidomas į vieną ar kelis nepriklausomus procesus. Procesai sinchroniškai komunikuoja tarpusavyje, bet bendroje sistemoje dar nenustatoma laikiniai parametrai, bendras funkcionalumas ar komunikavimas. Galimos pradinės verifikavimo užuomazgos.

Bendros perėjimo tarp C++ ir SystemC (TLM ir RTL) taisyklės



Iš C++ pereinant į SystemC susiduriama su kalbos ir jos išraiškų skirtumais. Iš SystemC migruojant į sintezuojamą sistemos aprašą bus susiduriama su įvairiais apribojimais, nes sintetizatorius negali apdoroti visų išraiškų galimų systemC kalboje.

Pradinėse specifikacijose turimas funkcinis sistemos modelis, kuris turi transformuotis į sisteminių aprašą. Naudojantis transakcijų lygio SystemC, reikia nuspręsti, kokia bus sistemos struktūra. Pagrindinė problema yra pasirenkant, kuriuos kintamuosius kelsime, į kokius blokus t.y. ar naudojamus masyvus kelti į atminties elementus, ar juos palikti moduluose ir naudoti kaip registrus.

Visi atminties elementai turi būti pririšti prie magistralių, todėl reikia pasirinkti:

- Kiek bus naudojama magistralių.
- Kiek sistema turės atminties.
- Kiek bus procesų sistemoje.
- Kokie bus procesai.
- Kaip juos valdyti.

RTL ir TLM aprašai skiriasi iš esmės. Todėl procesų valdymo sistema negali vienareikšmiškai sutapti su RTL aprašuose naudojamais metodais, bet patį principą kaip valdyti procesus, galima perkelti.

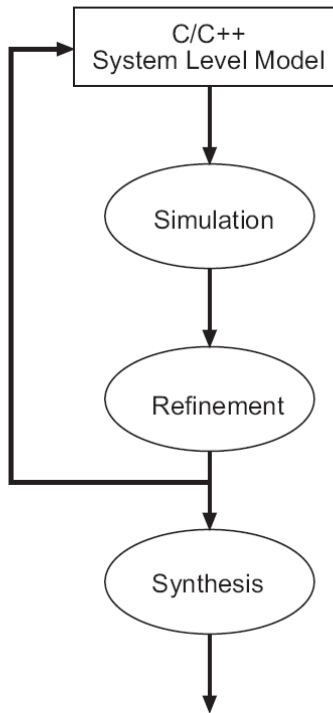
Keičiant TLM modelyje architektūrą, sutaupoma laiko, nes perkoduoti žemo lygio modelius užtrunka ilgiau, todėl modelių architektūrą reikia keisti pradinėse projekto stadijose.

Transformuojant modelius skaičiavimo algoritmai nesikeičia, keičiasi su duomenų nuskaitymu – įrašymu susijusios funkcijos („wait“, duomenų nuskaitymui – įrašymui ir nuskaitymui naudojama DMI sasaja).

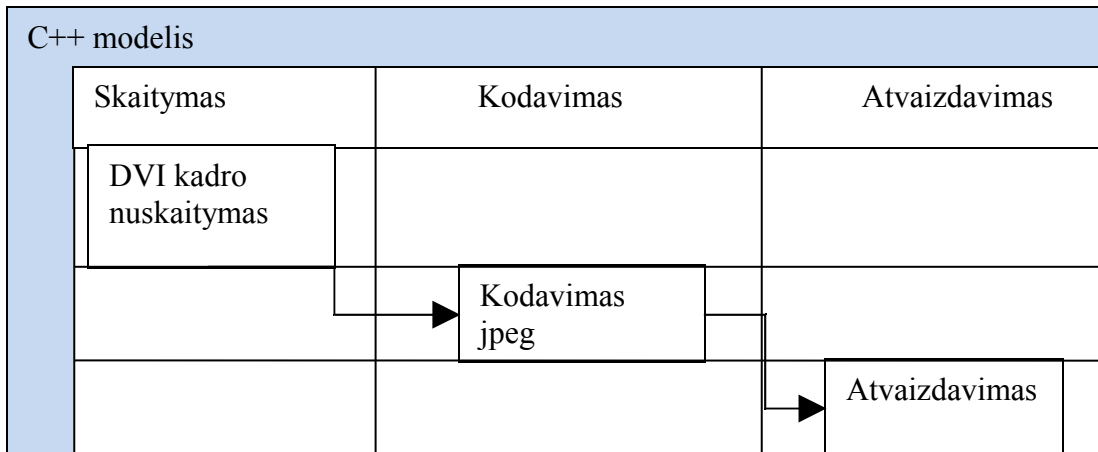
Pagrindinis skirtumas rašant paprastą algoritmą su TLM, yra naudojami jau prie aparatūros pririšti moduliai. Visas komunikavimas vyksta per tam skirtus modulius

„socket“ arba per specifines sąsajas (DMI). Be šių modulių ir sąsajų, modeliavimas neduoda informacijos ir yra nenaudingas tolimesniuose verifikavimo žingsniuose.

SystemC modelio projektavimo etapai

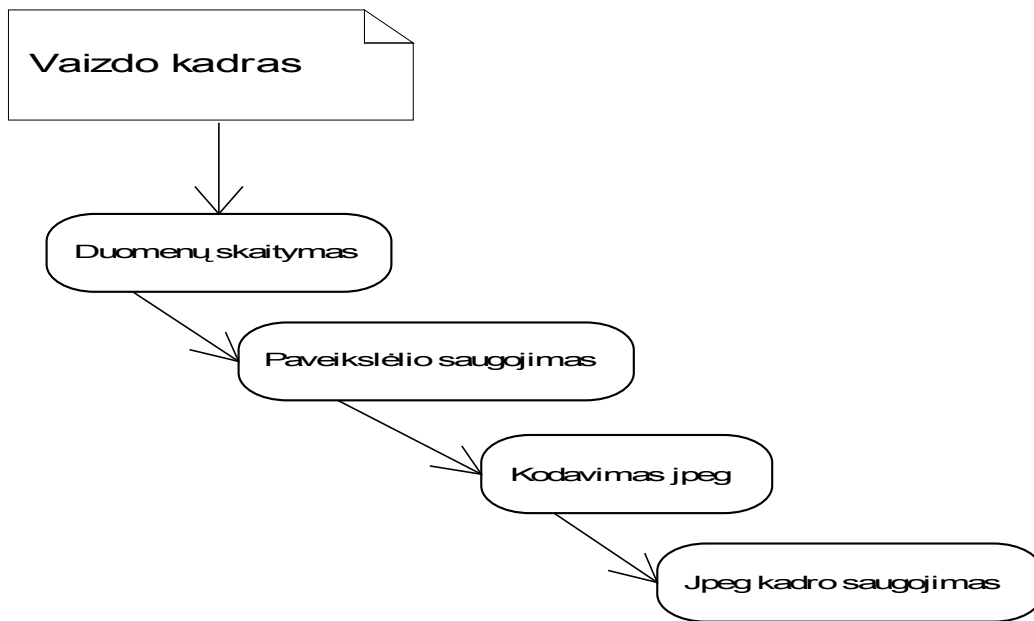


Vienos iteracijos laiko diagramos algoritmas

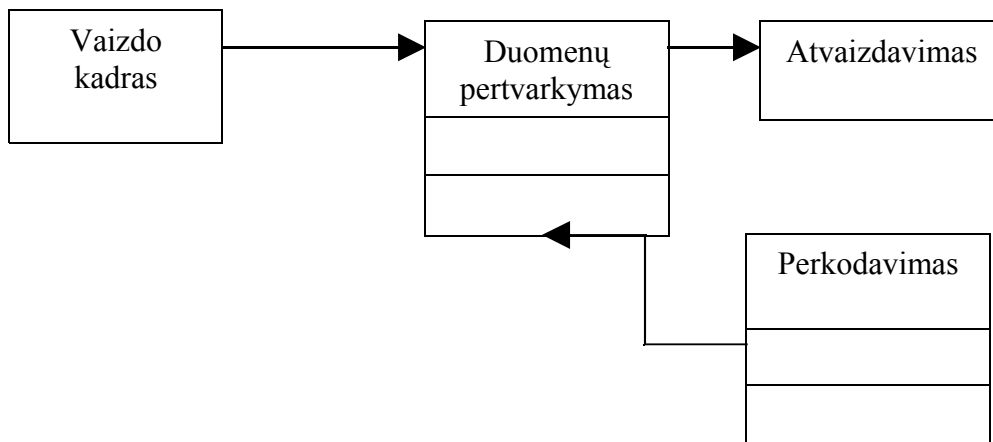


Viena iteracija laiko diagramoje. Vaizdo kadro nuskaitymas ir atvaizdavimas užima mažesniąją vėlinimo laiko dalį. Pagrindinis vėlinimas atsiranda iš jpeg algoritmu spaudžiamo kiekvieno kadro.

Sistemos modelio duomenų srauto diagrama

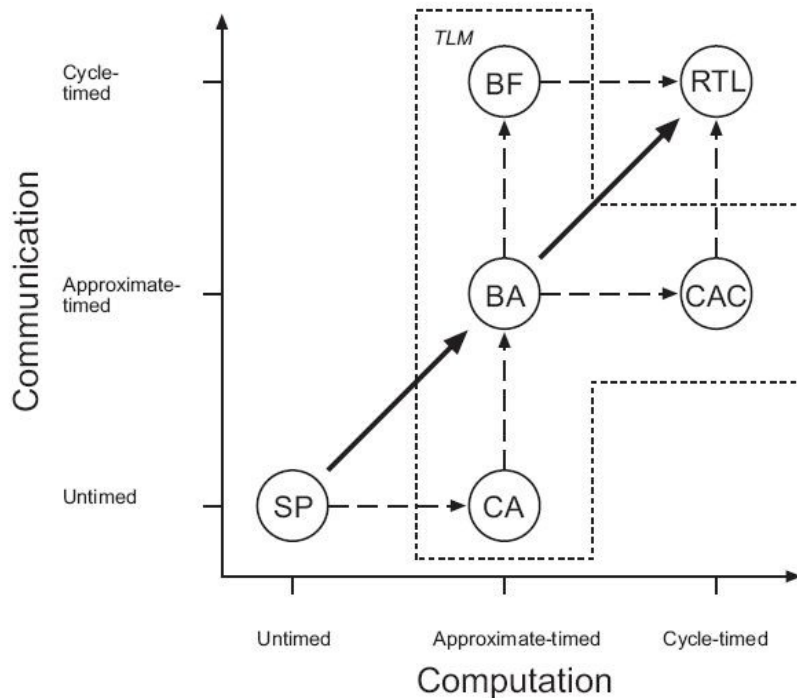


Mišri diagrama (modelio klasių diagrama)



Transakcijų lygmens modelis

Yra keletas šio lygmens modelių. Kiekvienas jų turi savo specifinius kokybinius ir panaudojimo atvejus. Visi kartu jie sudaro vertikalųjį projektavimo ciklą, kuris supaprastina perėjimą iš funkcijinio lygmens į RTL.



Komponentų sąrankos lygmenyje (CA) funkcionalumas perimamas iš specifikacijos modelio (SP), kuriame jau yra laikinių parametrų sistema, tačiau ji dar neturi nieko bendro su aukšto lygmens laiko įtakos.

Magistralių lygmeniu (BA) skaido magistrales į abstrakčius jų modelius su specifinėmis laiko transakcijomis. Gerai aproksimuotas skaičiavimas ir komunikavimas duoda didelį greitį simuliacijoms, bei gerai atspindi bendrą sistemos darbą.

Funkcinis magistralių lygmuo pagerina laikines ir sąsajų charakteristikas.

Ciklinis skaičiavimo modelis eina kitu keliu nei magistralių lygmuo ir prideda ciklinio vykdymo funkcines dalis.

5. Rezultatai

Darbe stengtasi išsiaiškinti ir ištirti DVI veikimo principus bei suprojektuoti šios sąsajos modifikaciją, besiremiančią suspaustų vaizdų perdavimo technologija. Darbe susidurta su vaizdo duomenų formavimo, perdavimo ir atvaizdavimo mechanizmais. Tuo pat panagrinėjant įvairius nestandartinius šio mechanizmo atvejus, kurie galbūt dabar nėra komerciškai efektyvūs, bet galėtų rasti labai specifinį panaudojimą ir būtent jame taptų nepakeičiamai naudingi.

Įgytos plačios kompiuterinio skaitmeninio vaizdo perdavimo, spaudimo žinios.

Išanalizuota vaizdų apdorojimo sistema.

Ištirtos vaizdo perdavimo TMDS sistemos ir jų pritaikymo sritis.

Įsisavintos C++ modulių perėjimo į SystemC TLM ir RTL bendrosios taisyklės.

Pasinaudojant sukurto transakcijos (TLM) modulio pagalba ištirti keli sistemos realizacijos variantai.

6. Terminų sąrašas

DE (ang. *Data Enable*) – Signalas nurodantis, kuriuo metu vaizdo duomenys yra rodomi monitoriuje.

AVC (ang. *Advanced Video Codec*) – Pirmaujantis standartas, skirtas besikeičiantiems vaizdams glaudinti. Dar vadinamas – MPEG-4 AVC, H.264.

B-kadrai (angl. *Bidirectional-frame*) - Dvikrypčiai vaizdai.

CABAC (angl. *context-adaptive binary arithmetic coding*) – Aritmetinis dvejetainis glaudinimo būdas, prisitaikantis prie konteksto.

I-kadrai (angl. *Intra-frame*) - Atraminiai vaizdai.

IP (angl. *Internet Protocol*) – Interneto protokolas.

ITU-T (angl. *International Telecommunication Union*) – Tarptautinė telekomunikacijų sąjunga.

H.264 - Pirmaujantis standartas, skirtas besikeičiantiems vaizdams glaudinti. Dar vadinamas – MPEG-4 Part 10, AVC.

ISO (angl. *International Organization for Standardization*) – Tarptautinė standartizavimo organizacija.

MPEG (angl. *Moving Picture Experts Group*) – standartas, skirtas besikeičiantiems vaizdams glaudinti.

MPEG-4 Part 10 (AVC) (ang. *Advanced Video Codec*) – Pirmaujantis standartas, skirtas besikeičiantiems vaizdams glaudinti. Dar vadinamas – AVC, H.264.

P-kadrai (angl. *Predicted-frame*) - Prognozuojamieji vaizdai.

PSNR (angl. *Peak Signal to Noise Ratio*) – Pikinis signalo ir triukšmo santykis.

Qf (angl. *Quality factor*) – Kokybės faktorius.

RLE (angl. *Run Length Encoding*) – Glaudinimas kintančio ilgio kodu.

7. Literatūra

<http://en.wikipedia.org/wiki/GDSII>

<http://www.digilentinc.com/Products/Detail.cfm?>

[Prod=XUPV2P&Nav1=Products&Nav2=Programmable](http://www.digilentinc.com/Products/Detail.cfm?Prod=XUPV2P&Nav1=Products&Nav2=Programmable)

www.wikipedia.com/dvi

<http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/tfp410.pdf> puslapis 10

<http://gizmodo.com/gadgets/wireless/wid101-makes-monitors-wireless-210503.php>

<http://connectivity.avocent.com/solutions/wirelessav.asp>

<http://www.ute.de/video/dviextender/odc/index.php>

<http://www.smarthome.com/7821DVI.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/Transaction-level_modeling

<http://en.wikipedia.org/wiki/SystemC>

http://en.wikipedia.org/wiki/Behavioral_modeling

<http://www.springerlink.com/content/pmfeuar5fny48cy0/>

<http://embedded.eecs.berkeley.edu/metropolis/index.html>

<http://www.cable360.net/ct/operations/techtalk/23213>

<http://www.fh-friedberg.de/fachbereiche/e2/telekom-labor/zinke/mk/mpeg2beg/beginnzi.htm>

<http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-4/mpeg-4.htm>

<http://www.fh-friedberg.de/fachbereiche/e2/telekom-labor/zinke/mk/mpeg2beg/beginnzi.htm>

<http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-4/mpeg-4.htm>

<http://www.ddwg.org>