

Vass Gergely

## A térképészek problémája

A számítógépes grafikában gyakran szükséges gömbfelületekre textúrát feszítenünk. Ez a feladat a 3D gömb minden egyes pontja és a 2D textúra pontjai közötti megfeleltetést jelenti. A térképészek már évszázadok óta küzdenek pontosan ezzel a problémával, hiszen ők az ellenkező irányból közelítik meg ugyanazt a kérdést: a földgolyót szeretnék „kiteríteni” síkba. Sajnos mind a 3D grafikusoknak, mind a kartográfusoknak bele kell törődniük a szomorú ténybe: nem létezik és nem is létezhet tökéletes megoldás a problémára...

Biztosan minden kedves olvasónk puclot már narancsot. A térképészek – és 3D grafikusok – problémája abból adódik, hogy nem lehet a lehámozott narancshéjat síkba kiteríteni, mindenképpen el fog szakadni. A térképek és textúrák készítése annyival egyszerűbb, hogy míg a narancshéj nem torzítható tetszőlegesen, addig a digitális képek igen. De hogyan torzítsunk, hogy az a lehető legjobb eredményt adja? Sajnos erre a kérdésre sem lehet egyértelmű választ kapni. Vizsgáljuk meg, hogy a térképészek milyen szempontokat vesznek figyelembe a térképek készítésénél!

- Tudunk a térképen korrekt módon távolságot mérni? Ha kiválasztunk tetszőleges két pontot a térképen, akkor a köztük lévő távolságból általában csak nagyon nehezen lehet

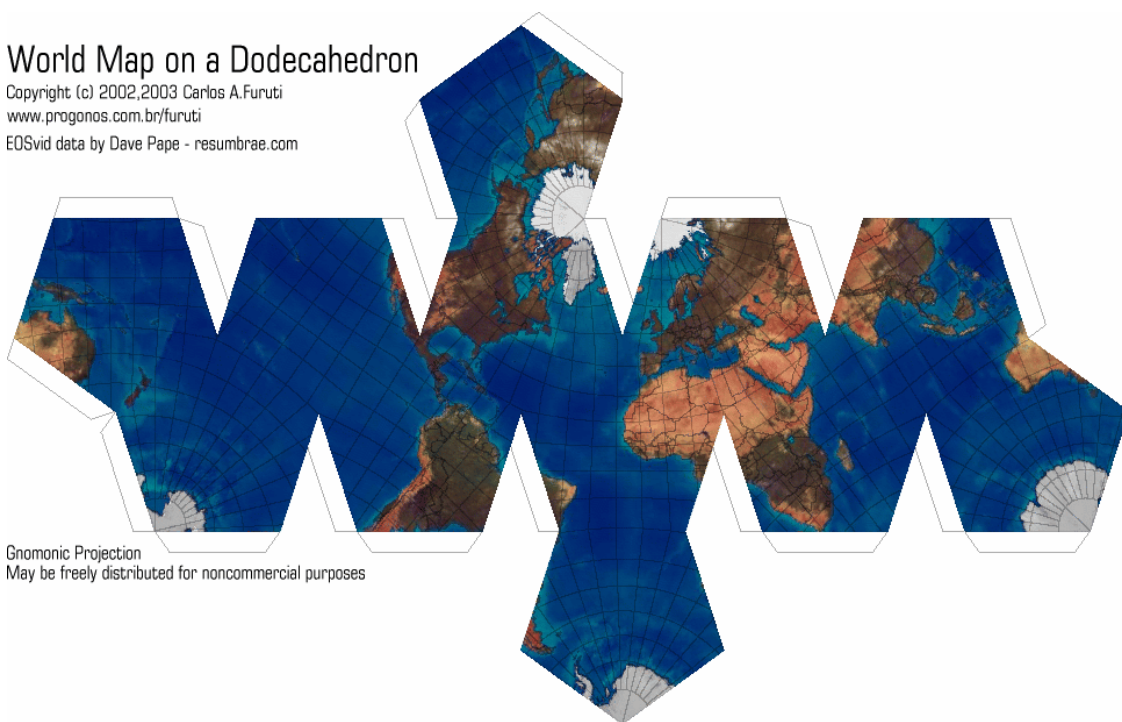


meghatározni a valódi távolságot. Ez pl. térképes navigációnál alapvető kérdés.

- A térkép segítségével meg tudjuk határozni két pont közötti legrövidebb utat? Aki már látta térképen, hogy a nemzetközi repülőjáratok – különösen a tengerentúliak – milyen útvonalon repülnek, az először valószínűleg igen meglepődött. Míg síkban két pont között a legrövidebb távolságot az összekötő egyenes szakasz határozza meg, addig a térképen ez általában nem igaz.
- Megőrzi a térkép a földrészek alakját? Ha a térkép készítésénél használt leképezés lokálisan szögtartó, azaz kis területet vizsgálva az alakok hasonlóak eredeti formájukhoz, akkor alaktartó térképről beszélünk. Természetesen ezeken a térképen a kontinensek egymáshoz viszonyított mérete mindig nagyon torz
- Jól ábrázolja a területek arányait a térkép? Sok alaktartó térképen Grönland mérete megegyezik Afrikával, míg a valóságban ez közel sincsen így. Sejthető, hogy a méret és a forma közül

### World Map on a Dodecahedron

Copyright (c) 2002,2003 Carlos A. Furuti  
www.progonos.com.br/furuti  
EOSvid data by Dave Pape - resumbrae.com



Gnomonic Projection  
May be freely distributed for noncommercial purposes

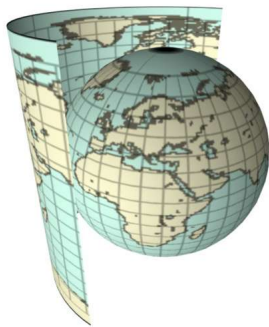
valamelyik mindenképpen torzulni fog minden térképen/textúrán.

- Mely területek torzulnak jobban, melyek kevésbé? Hogyan válasszuk meg a térkép középpontját vagy tengelyét? Egy sarki kutató számára használhatatlan az a térkép mely az egyenlítő vidékét ábrázolja torzítás nélkül, míg a sarkvidék teljesen eltorzul, szétnyúlik a térképen.

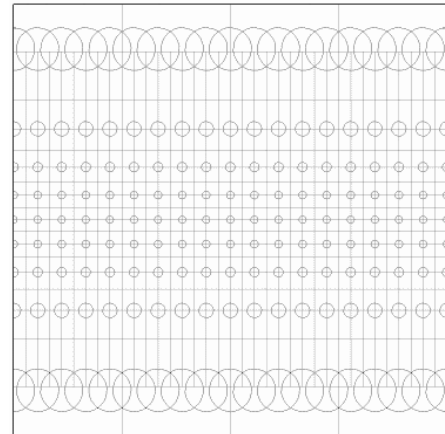
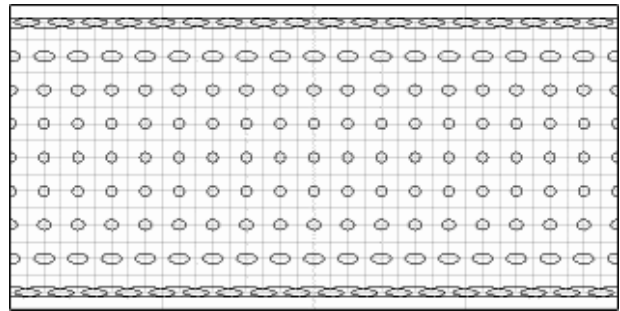
A 3D grafikában a gömb textúrázása leggyakrabban az ún. környezeti textúrák (environment mapping) létrehozásakor kerül terítékre. Ennek a technikának az a lényege, hogy a környezetet egy virtuális, textúrával ellátott gömb reprezentálja, a tükröződések pedig – a költséges sugárkövetés helyett – ennek használatával számítjuk ki. Szerencsére a textúra felfeszítésének kiválasztásakor talán könnyebb dolgunk van mint térképész kollégáinknak, hiszen valamivel kevesebb szempontot kell figyelembe vennünk. A leglényegesebb szempontok az alábbiak:

- Hol torzul nagyon a textúra, hol kevésbé?
- Lesz-e olyan pontja a textúrának, ahol sok pixel egy pontba „csomósodik” össze?
- A torzítás lehetővé teszi-e, hogy kézzel fessük a textúrát?
- Létezik-e olyan beviteli eszköz, melyel valódi textúrákat tudunk rögzíteni ill. fényképezni?

A következőkben végignézzük a legnépszerűbb térképészeti és grafikai eljárásokat a gömb „kiterítésére”, és közben megismerjük a

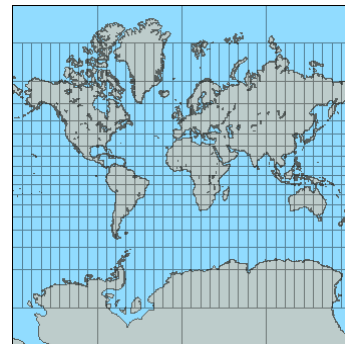


*A hengervetület mind a térképészetben, mind a grafikában népszerű*

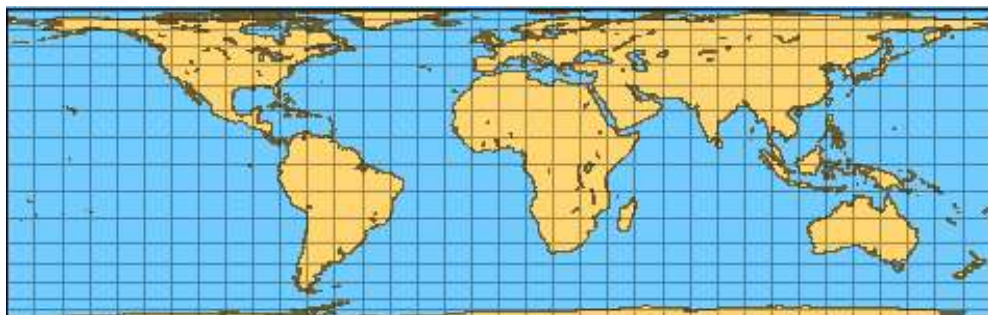


*A Lambert és a Mercator féle vetület torzítása. (Tissot féle indikátrix).*

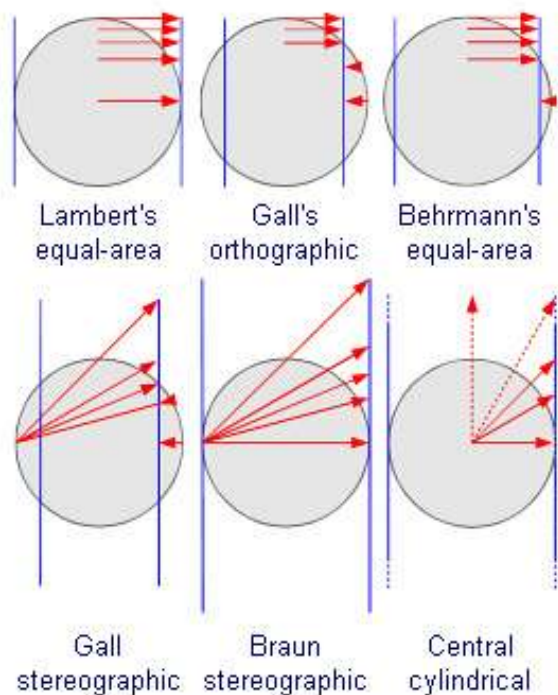
térképészek által használt „torzulási ellipsziseket”, avagy Tissot féle indikátrix-okat, melyeket 1881 óta használnak a térképészek. Ezek a szemléletes ábrák jól illusztrálják a különböző vetületek torzítását. Képzeljünk el egy kömböt, melyre azonos méretű köröket rajzolunk. Ha ezt a gömböt valamilyen eljárással síkba vetítjük, akkor a körök alakja és/vagy mérete megváltozik. Az így eltorzított



*Mercator féle hengervetület.*



*Gyakran használt Lambert féle vetület.*



*Különböző hengervetületű térképek (a jobb alsó a 3D grafikában használatos spherical mapping)*

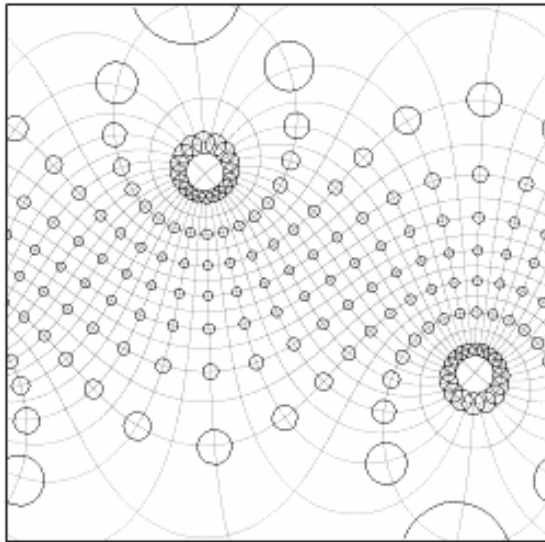
Az egyik leggyakoribb módszer a gömb kiterítésére a hengervetületek használata. 3D körökben a hengeres vetítéssel, vagy angolosan cylindrical projection elnevezéssel találkozhatunk. A térképészek sok ilyen vetületet használnak, pl. Lambert, Mercator vagy Miller féle térképek. Mint az ábrán látható, ezek a vetületek abban különböznek, hogy a henger pontjait milyen irányba vetítik a gömbre, így módosítva a méretbeli torzulásokat.

Az 1772-ben született Lambert féle vetület például csak az egyenlítő mentén torzításmentes, a Mercator féle térkép viszont nem torzítja az alakot. Ez jól látható a Tissot ábrákon, hiszen a Mercator vetületen minden kör megőrizte alakját, míg a Lambert térkép torzítja a sarkokat. A Mercator vetületen azonban az egyenlítőnél és a sarkoknál jelentős eltérés van a körök méretében. Ez azt jelenti, hogy a vetület nem mérettartó. Mivel a legnépszerűbb térképek ilyen típusúak, a legtöbb gyermek (és sajnos felnőtt) világtképében a kontinensek mérete igen torz.

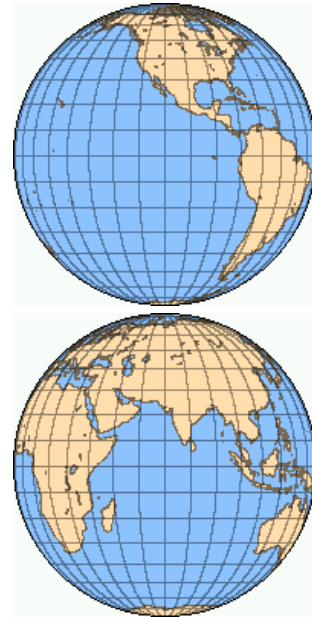
A 3D grafikában használatos hengeres vetítés leginkább a Lambert féle vetítésnek felel meg, azaz a textúra alja és teteje összenyomódik a gömbön. Ne felejtjük el viszont, hogy a 3D alkalmazásokban nem csak gömbökről, hanem tetszőleges alakú testekről is szó lehet. Ha kifejezetten gömb vagy



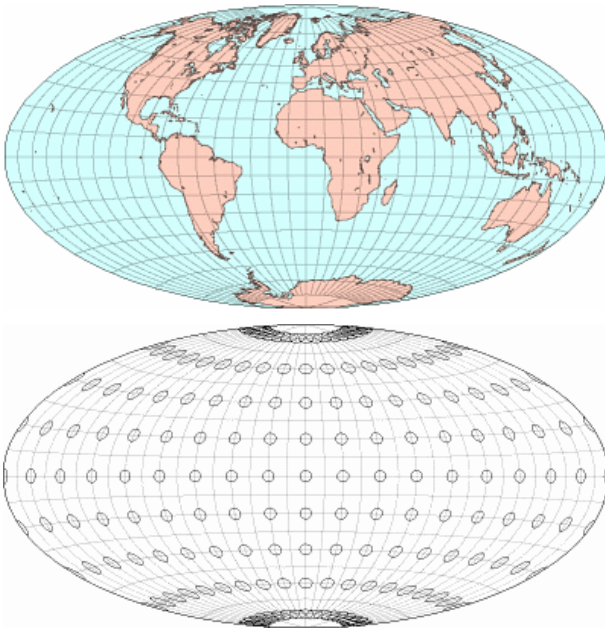
*Hengervetületű térképekhez hasonló környezeti textúrák*



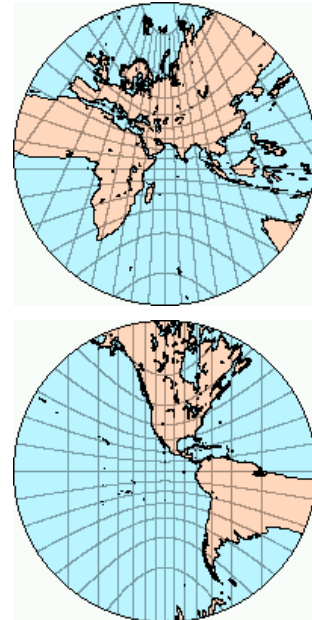
*Nem hagyományos Mercator féle térkép torzítása*



*Síkvetítéssel készített térképek*



*Hammer féle ellipszis alakú térkép.*



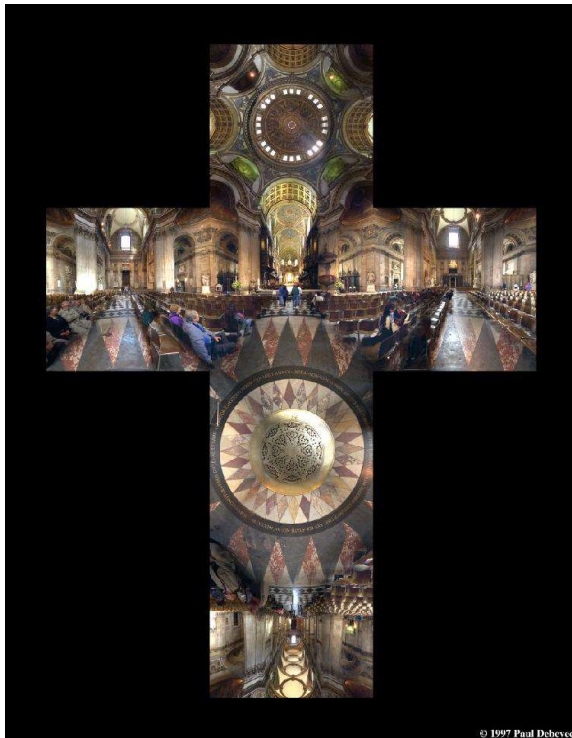
*Perspektívikus vetítéssel készült térképek*

ahhoz hasonló testtel dolgozunk, és a sarkokhoz közeli torzítást csökkenteni szeretnénk, akkor a cylindrical vetítés helyett a spherical mapping-et használjuk. Térképészeti szempögből ez is hengeres vetítés, csak éppen nem a henger felületére merőlegesen vetítünk, hanem a vetítés középpontja felé. A spherical mapping már sokkal inkább hasonlít a Mercator féle térképre. Az összes hengeres vetítésre jellemző, hogy a henger tengelye szabadon megválasztható. Bár térképek esetében leggyakrabban az egyenlítő van a közép vonalon, környezeti textúráknál pedig a horizont, ez azonban gyakran nem a legjobb választás.

Az eddig tárgyalt összes hengervetület nagyon erősen torzította kép tetején és alján látható pólusokat. Az ún. pseudo-hengeres

(Pseudocylindrical) vetületek ezt a hibát próbálják orvosolni azáltal, hogy a térkép nem téglalap hanem ellipszis alakú. Az ilyen térképekből is sok fajta létezik, pl. a Hammer, Mollweide és Eckert féle leképezések. Sajnos a 3D grafikában nem találkozhatunk ilyen textúrással, annak ellenére, hogy a területek arányának szempontjából igen előnyös. Sajnos az alaktartás nem jellemző erre a leképezésre.

A vetületek következő nagy csoportja síkvetületek. Ezeket a térképeket úgy hozzák létre, hogy párhuzamos vetítés sugarakat használnak, így a sík képen nem látszódik a teljes gömb. 3D grafikában a síkvetítés – planar mapping – használata pontosan ezért problémás gömbök

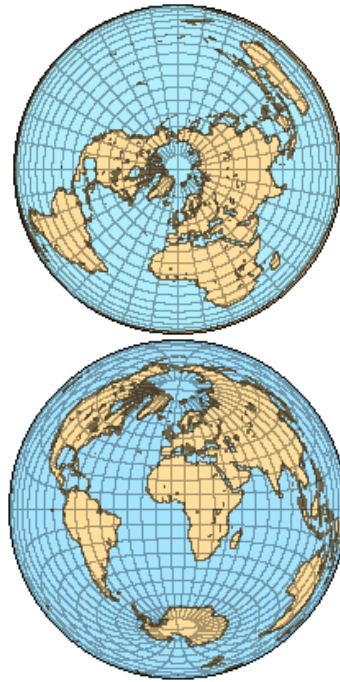


3D grafikában használt perspektívikus, 6 oldalú textúra

esetében: mivel csak az egyik oldal látható a textúrán, a test mindkét oldala ugyanúgy fog kinézni.

Ha a vetítősugarak nem párhuzamosak, hanem egy pontban találkoznak perspektívikus vetítésről beszélünk. Az ilyen vetítéseket a fenti megfontolásból ritkán használják gömbök reprezentációjára a térképészek. A 3D grafikában igen népszerű a perspektívikus vetítés egy változata, mely 6 képet használ a gömb leírására. Az ilyen textúrázás azért közkedvelt, mert nagyon könnyű fényképekkel rögzíteni a textúrát: testekről 6 irányból kell fotót csinálni, a környezetről szintén 6 képet kell készíteni különböző irányokba.

A 3D grafikában a környezeti textúrák használatánál ill. fotózásánál a legnagyobb probléma az, hogy az egész környezetről kell képet készítenünk. Ha perspektívikus textúra használatához 6 irányban akarunk fényképezni, akkor számíthatunk rá, hogy az illeszkedő élek nem fognak tökéletesen passzolni (pl. a pontatlanság vagy lencsetorzítás miatt). Éppen ezért igen közkedvelt a halszemoptika vagy a tükrögömb használata. Az első esetben két képet kell készíteni a környezetről, az utóbbi egy képen is képes rögzíteni a – majdnem – teljes környezetet. Sajnos akár a hengervetítésnél, itt is lesz olyan pont – bár csak egy – ahol a textúra egy csomóba fut össze, ez a kör alakú kép külső szélének felel meg. Érdekes módon a térképészeknek is eszébe jutott ez a leképezés, bár gyakorlati haszna valószínűleg nem sok van.



Gömbtükrő-szerű térképek



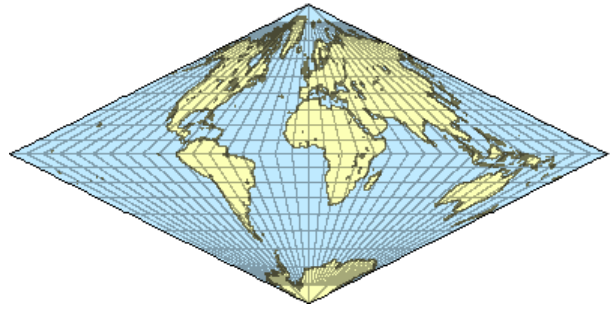
Egy gyakran használt gömbtükrös textúra.

A térképészek rengeteg érdekes, vicces és ritkán (soha?) használt térképeket is kidolgoztak. Ezekkel a 3D grafikában sem találkozhatunk:

Tanulságként mindenképpen megállapíthatjuk, hogy nem egyszerű dolog a gömböt „kilapítani”. Környezeti textúrák vagy gömb alakú testek esetében a 3D grafikai programokban alapvetően 4 lehetőség kínálkozik: 6 oldalú vetítés, henger-vetítés, gömb-vetítés ill. tükrögömbös kép felfeszítése. A 6 oldalú vetítés nagyon jó, ha megoldható a 6 oldal határának pontos illesztése. Itt nagyon kicsi torzítással kell számolnunk, és nincs is olyan pont, ahol a textúra „csomósodik”. A hengeres és gömb-vetítés gömbök esetében hasonló, de az utóbbi kevésbé torzít. A pólusoknál sajnos mindkettő egy pontba húzza a képet, így itt gyakran csúnya lesz a tükröződés. Gömbtükrös fotók használata nagyon egyszerű, de súlyos problémát szokott jelenteni az egy pontban csomósodó kép és a részletgazdagság hiánya ezeken a területeken. Mindenképpen vegyük figyelembe, hogy a különböző vetítési módszerek más és más módon torzítanak.



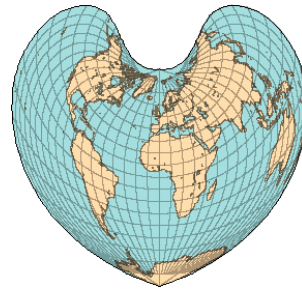
Amerikai "polyconic" térkép



Collignon térkép



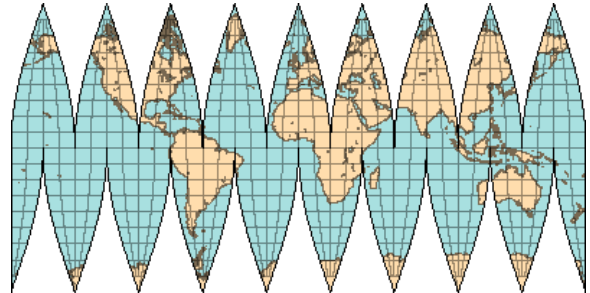
Lambert féle kúpvetület



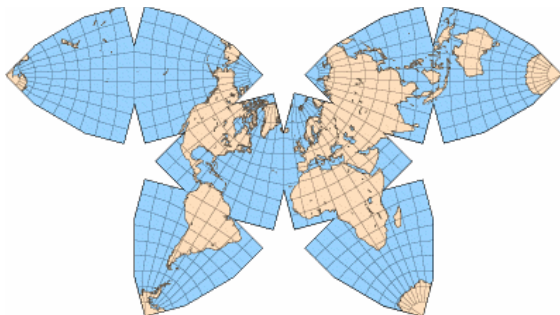
Bonne féle térkép



Arden-Close térkép



Narancshéj-szerű, felszabdalt térkép



Egy másik felszabdalt térkép