

Művészet-e a matematika?

Szegedy Balázs
Rényi Intézet, Budapest

2016. november 9.

Mi a matematika?

Néhány jellemző dolog: Számok, formulák, általános összefüggések, struktúrák, tételek, bizonyítások. **Mindezek a dolgok más tudományágakban is előjönnek**

Mi a matematika?

Néhány jellemző dolog: Számok, formulák, általános összefüggések, struktúrák, tételek, bizonyítások. **Mindezek a dolgok más tudományágakban is előjönnek**

Differentia specifica: A fenti dolgok nem definiálják a matematikát. Azonban: **A matematika a legzártabb logikai rendszer amit ismerünk.** Szinte buborékszerűen zárt, izolált rendszer. A matematika sok mindent elmond a világ többi dolgáról, azonban a világ többi dolga látszólag kevésbé befolyásolja a matematikát:

Mi a matematika?

Néhány jellemző dolog: Számok, formulák, általános összefüggések, struktúrák, tételek, bizonyítások. **Mindezek a dolgok más tudományágakban is előjönnek**

Differentia specifica: A fenti dolgok nem definiálják a matematikát. Azonban: **A matematika a legzártabb logikai rendszer amit ismerünk.** Szinte buborékszerűen zárt, izolált rendszer. A matematika sok mindent elmond a világ többi dolgáról, azonban a világ többi dolga látszólag kevésbé befolyásolja a matematikát: Közgazdaságtan

Mi a matematika?

Néhány jellemző dolog: Számok, formulák, általános összefüggések, struktúrák, tételek, bizonyítások. **Mindezek a dolgok más tudományágakban is előjönnek**

Differentia specifica: A fenti dolgok nem definiálják a matematikát. Azonban: **A matematika a legzártabb logikai rendszer amit ismerünk.** Szinte buborékszerűen zárt, izolált rendszer. A matematika sok mindent elmond a világ többi dolgáról, azonban a világ többi dolga látszólag kevésbé befolyásolja a matematikát: Közgazdaságtan \leftarrow Pszichológia

Mi a matematika?

Néhány jellemző dolog: Számok, formulák, általános összefüggések, struktúrák, tételek, bizonyítások. **Mindezek a dolgok más tudományágakban is előjönnek**

Differentia specifica: A fenti dolgok nem definiálják a matematikát. Azonban: **A matematika a legzártabb logikai rendszer amit ismerünk.** Szinte buborékszerűen zárt, izolált rendszer. A matematika sok mindent elmond a világ többi dolgáról, azonban a világ többi dolga látszólag kevésbé befolyásolja a matematikát: Közgazdaságtan \leftarrow Pszichológia \leftarrow Biológia

Mi a matematika?

Néhány jellemző dolog: Számok, formulák, általános összefüggések, struktúrák, tételek, bizonyítások. **Mindezek a dolgok más tudományágakban is előjönnek**

Differentia specifica: A fenti dolgok nem definiálják a matematikát. Azonban: **A matematika a legzártabb logikai rendszer amit ismerünk.** Szinte buborékszerűen zárt, izolált rendszer. A matematika sok mindent elmond a világ többi dolgáról, azonban a világ többi dolga látszólag kevésbé befolyásolja a matematikát: Közgazdaságtan \Leftarrow Pszichológia \Leftarrow Biológia \Leftarrow Kémia

Mi a matematika?

Néhány jellemző dolog: Számok, formulák, általános összefüggések, struktúrák, tételek, bizonyítások. **Mindezek a dolgok más tudományágakban is előjönnek**

Differentia specifica: A fenti dolgok nem definiálják a matematikát. Azonban: **A matematika a legzártabb logikai rendszer amit ismerünk.** Szinte buborékszerűen zárt, izolált rendszer. A matematika sok mindent elmond a világ többi dolgáról, azonban a világ többi dolga látszólag kevésbé befolyásolja a matematikát: Közgazdaságtan \Leftarrow Pszichológia \Leftarrow Biológia \Leftarrow Kémia \Leftarrow Fizika

Mi a matematika?

Néhány jellemző dolog: Számok, formulák, általános összefüggések, struktúrák, tételek, bizonyítások. **Mindezek a dolgok más tudományágakban is előjönnek**

Differentia specifica: A fenti dolgok nem definiálják a matematikát. Azonban: **A matematika a legzártabb logikai rendszer amit ismerünk.** Szinte buborékszerűen zárt, izolált rendszer. A matematika sok mindent elmond a világ többi dolgáról, azonban a világ többi dolga látszólag kevésbé befolyásolja a matematikát: Közgazdaságtan \Leftarrow Pszichológia \Leftarrow Biológia \Leftarrow Kémia \Leftarrow Fizika \Leftarrow Matematika.

Mi a matematika?

Néhány jellemző dolog: Számok, formulák, általános összefüggések, struktúrák, tételek, bizonyítások. **Mindezek a dolgok más tudományágakban is előjönnek**

Differentia specifica: A fenti dolgok nem definiálják a matematikát. Azonban: **A matematika a legzártabb logikai rendszer amit ismerünk.** Szinte buborékszerűen zárt, izolált rendszer. A matematika sok mindent elmond a világ többi dolgáról, azonban a világ többi dolga látszólag kevésbé befolyásolja a matematikát: Közgazdaságtan \Leftarrow Pszichológia \Leftarrow Biológia \Leftarrow Kémia \Leftarrow Fizika \Leftarrow Matematika. $4+8=12$ függetlenül attól hogy mit találnak a nagy részecskeütköztetőben.

Mi a matematika?

Néhány jellemző dolog: Számok, formulák, általános összefüggések, struktúrák, tételek, bizonyítások. **Mindezek a dolgok más tudományágakban is előjönnek**

Differentia specifica: A fenti dolgok nem definiálják a matematikát. Azonban: **A matematika a legzártabb logikai rendszer amit ismerünk.** Szinte buborékszerűen zárt, izolált rendszer. A matematika sok mindent elmond a világ többi dolgáról, azonban a világ többi dolga látszólag kevésbé befolyásolja a matematikát: Közgazdaságtan \Leftarrow Pszichológia \Leftarrow Biológia \Leftarrow Kémia \Leftarrow Fizika \Leftarrow Matematika. $4+8=12$ függetlenül attól hogy mit találnak a nagy részecskeütköztetőben.

Téveszme: A matematikusok számolnak.

Mi a matematika?

Néhány jellemző dolog: Számok, formulák, általános összefüggések, struktúrák, tételek, bizonyítások. **Mindezek a dolgok más tudományágakban is előjönnek**

Differentia specifica: A fenti dolgok nem definiálják a matematikát. Azonban: **A matematika a legzártabb logikai rendszer amit ismerünk.** Szinte buborékszerűen zárt, izolált rendszer. A matematika sok mindent elmond a világ többi dolgáról, azonban a világ többi dolga látszólag kevésbé befolyásolja a matematikát: Közgazdaságtan \Leftarrow Pszichológia \Leftarrow Biológia \Leftarrow Kémia \Leftarrow Fizika \Leftarrow Matematika. $4+8=12$ függetlenül attól hogy mit találnak a nagy részecskeütköztetőben.

Téveszme: A matematikusok számolnak. Nem igaz! Sok matematikus utál számolni és pont ezért keresnek általános formulákat amik megkönnyítik a számolást.

Mi a matematika?

Néhány jellemző dolog: Számok, formulák, általános összefüggések, struktúrák, tételek, bizonyítások. **Mindezek a dolgok más tudományágakban is előjönnek**

Differentia specifica: A fenti dolgok nem definiálják a matematikát. Azonban: **A matematika a legzártabb logikai rendszer amit ismerünk.** Szinte buborékszerűen zárt, izolált rendszer. A matematika sok mindent elmond a világ többi dolgáról, azonban a világ többi dolga látszólag kevésbé befolyásolja a matematikát: Közgazdaságtan \Leftarrow Pszichológia \Leftarrow Biológia \Leftarrow Kémia \Leftarrow Fizika \Leftarrow Matematika. $4+8=12$ függetlenül attól hogy mit találnak a nagy részecskeütköztetőben.

Téveszme: A matematikusok számolnak. Nem igaz! Sok matematikus utál számolni és pont ezért keresnek általános formulákat amik megkönnyítik a számolást.

A Gauss (1777-1855) anekdota: Mennyi $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + \dots + 100$?

Mi a matematika?

Néhány jellemző dolog: Számok, formulák, általános összefüggések, struktúrák, tételek, bizonyítások. **Mindezek a dolgok más tudományágakban is előjönnek**

Differentia specifica: A fenti dolgok nem definiálják a matematikát. Azonban: **A matematika a legzártabb logikai rendszer amit ismerünk.** Szinte buborékszerűen zárt, izolált rendszer. A matematika sok mindent elmond a világ többi dolgáról, azonban a világ többi dolga látszólag kevésbé befolyásolja a matematikát: Közgazdaságtan \Leftarrow Pszichológia \Leftarrow Biológia \Leftarrow Kémia \Leftarrow Fizika \Leftarrow Matematika. $4+8=12$ függetlenül attól hogy mit találnak a nagy részecskeütköztetőben.

Téveszme: A matematikusok számolnak. Nem igaz! Sok matematikus utál számolni és pont ezért keresnek általános formulákat amik megkönnyítik a számolást.

A Gauss (1777-1855) anekdota: Mennyi $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + \dots + 100$?
Megoldás: $1 + 2 + 3 + \dots + 100 = (1 + 100) + (2 + 99) + (3 + 98) + \dots + (50 + 51) = 50 * 101 = 5050$.

Mi a matematika?

Néhány jellemző dolog: Számok, formulák, általános összefüggések, struktúrák, tételek, bizonyítások. **Mindezek a dolgok más tudományágakban is előjönnek**

Differentia specifica: A fenti dolgok nem definiálják a matematikát. Azonban: **A matematika a legzártabb logikai rendszer amit ismerünk.** Szinte buborékszerűen zárt, izolált rendszer. A matematika sok mindent elmond a világ többi dolgáról, azonban a világ többi dolga látszólag kevésbé befolyásolja a matematikát: Közgazdaságtan \leftarrow Pszichológia \leftarrow Biológia \leftarrow Kémia \leftarrow Fizika \leftarrow Matematika. $4+8=12$ függetlenül attól hogy mit találnak a nagy részecskeütköztetőben.

Téveszme: A matematikusok számolnak. Nem igaz! Sok matematikus utál számolni és pont ezért keresnek általános formulákat amik megkönnyítik a számolást.

A Gauss (1777-1855) anekdota: Mennyi $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + \dots + 100$?
Megoldás: $1 + 2 + 3 + \dots + 100 = (1 + 100) + (2 + 99) + (3 + 98) + \dots + (50 + 51) = 50 * 101 = 5050$.

Általánosítás: $1 + 2 + \dots + n = n(n + 1)/2$.

Fontos!: A matematika mint formális rendszer lehet hogy zárt világ de a matematikus folyton kilép belőle amikor dolgozik.

Fontos!: A matematika mint formális rendszer lehet hogy zárt világ de a matematikus folyton kilép belőle amikor dolgozik. Használja az érzékszerveit, a fantáziáját. A jó matematikus képes homályos, nagy léptékű fogalmakkal műveleteket végezni és anélkül hogy azt rögtön precízzé tenné.

Fontos!: A matematika mint formális rendszer lehet hogy zárt világ de a matematikus folyton kilép belőle amikor dolgozik. Használja az érzékszerveit, a fantáziáját. A jó matematikus képes homályos, nagy léptékű fogalmakkal műveleteket végezni és anélkül hogy azt rögtön precízzé tenné.

Hilbert anekdota: Amikor David Hilbert (1862-1943) egy diákja feladta a matematikát hogy költő legyen, Hilbert állítólag ezt mondta:

Fontos!: A matematika mint formális rendszer lehet hogy zárt világ de a matematikus folyton kilép belőle amikor dolgozik. Használja az érzékszerveit, a fantáziáját. A jó matematikus képes homályos, nagy léptékű fogalmakkal műveleteket végezni és anélkül hogy azt rögtön precízzé tenné.

Hilbert anekdota: Amikor David Hilbert (1862-1943) egy diákja feladta a matematikát hogy költő legyen, Hilbert állítólag ezt mondta: **Nagyon jó, a matematikához úgysem volt elég fantáziája.**

Fontos!: A matematika mint formális rendszer lehet hogy zárt világ de a matematikus folyton kilép belőle amikor dolgozik. Használja az érzékszerveit, a fantáziáját. A jó matematikus képes homályos, nagy léptékű fogalmakkal műveleteket végezni és anélkül hogy azt rögtön precízzé tenné.

Hilbert anekdota: Amikor David Hilbert (1862-1943) egy diákja feladta a matematikát hogy költő legyen, Hilbert állítólag ezt mondta: **Nagyon jó, a matematikához úgysem volt elég fantáziája.**

A jó matematikus egyik legfontosabb tulajdonsága hogy jó a szimata: ki tud "szagolni" egy fontos fogalmat ami aztán a létezés egy nagy szeletét megvilágítja.

Fontos!: A matematika mint formális rendszer lehet hogy zárt világ de a matematikus folyton kilép belőle amikor dolgozik. Használja az érzékszerveit, a fantáziáját. A jó matematikus képes homályos, nagy léptékű fogalmakkal műveleteket végezni és anélkül hogy azt rögtön precízzé tenné.

Hilbert anekdota: Amikor David Hilbert (1862-1943) egy diákja feladta a matematikát hogy költő legyen, Hilbert állítólag ezt mondta: **Nagyon jó, a matematikához úgysem volt elég fantáziája.**

A jó matematikus egyik legfontosabb tulajdonsága hogy jó a szimata: ki tud "szagolni" egy fontos fogalmat ami aztán a létezés egy nagy szeletét megvilágítja.

Példa: Newton (1642-1726) és a differenciál számítás: végtelen kicsi mennyiségekkel való számolás. Most már magától értetődő, de ha jobban belegondolunk, vadul zseniális ötlet.

Fontos!: A matematika mint formális rendszer lehet hogy zárt világ de a matematikus folyton kilép belőle amikor dolgozik. Használja az érzék-szerveit, a fantáziáját. A jó matematikus képes homályos, nagy léptékű fogalmakkal műveleteket végezni és anélkül hogy azt rögtön precízzé tenné.

Hilbert anekdota: Amikor David Hilbert (1862-1943) egy diákja feladta a matematikát hogy költő legyen, Hilbert állítólag ezt mondta: **Nagyon jó, a matematikához úgysem volt elég fantáziája.**

A jó matematikus egyik legfontosabb tulajdonsága hogy jó a szimata: ki tud "szagolni" egy fontos fogalmat ami aztán a létezés egy nagy szeletét megvilágítja.

Példa: Newton (1642-1726) és a differenciál számítás: végtelen kicsi mennyiségekkel való számolás. Most már magától értetődő, de ha jobban belegondolunk, vadul zseniális ötlet.

Példa 2: Pascal (1623-1662) és a valószínűség számítás. A valószínűség számítás a megjósolhatatlan és előre kiszámíthatatlan mennyiségek matematikája. Első ránézésre fából vaskarika. Megdöbbentő hogy mégis lehet matematikát építeni a véletlen fogalma köré.

További példák:

További példák: Szimmetria absztrakt fogalma (csoport elmélet),

További példák: Szimmetria absztrakt fogalma (csoport elmélet), Önmagában görbült tér fogalma (differenciál geometria),

További példák: Szimmetria absztrakt fogalma (csoport elmélet), Önma-
gában görbült tér fogalma (differenciál geometria), Logikai rendszerek el-
mélete (matematikai logika).

További példák: Szimmetria absztrakt fogalma (csoport elmélet), Önmagában görbült tér fogalma (differenciál geometria), Logikai rendszerek elmélete (matematikai logika).

A matematikus munkája sokban hasonlít egy filozófuséra: Különösen izgalmas pillanatok a matematizálás során amikor az ember elindul egy filozófikus fogalomból és matematikai rendszert tud belőle csinálni

További példák: Szimmetria absztrakt fogalma (csoport elmélet), Önmagában görbült tér fogalma (differenciál geometria), Logikai rendszerek elmélete (matematikai logika).

A matematikus munkája sokban hasonlít egy filozófuséra: Különösen izgalmas pillanatok a matematizálás során amikor az ember elindul egy filozófikus fogalomból és matematikai rendszert tud belőle csinálni A régi matematikusok filozófusok is voltak egyben: Pascal, Newton, Descartes.

A matematizálás személyes élménye Szaggatott:

A matematizálás személyes élménye Szaggatott: hosszú elakadások,

A matematizálás személyes élménye Szaggatott: hosszú elakadások, hirtelen áttörések,

A matematizálás személyes élménye Szaggatott: hosszú elakadások, hirtelen áttörések, ihletett időszakok,

A matematizálás személyes élménye Szaggatott: hosszú elakadások, hirtelen áttörések, ihletett időszakok, kevésbé ihletett időszakok,

A matematizálás személyes élménye Szaggatott: hosszú elakadások, hirtelen áttörések, ihletett időszakok, kevésbé ihletett időszakok, bizsergető érzések hogy egy adott irányban kell lennie valami érdekesnek (friss fuvallat érzése, valami új tágasság kinyílik).

A matematizálás személyes élménye Szaggatott: hosszú elakadások, hirtelen áttörések, ihletett időszakok, kevésbé ihletett időszakok, bizsergető érzések hogy egy adott irányban kell lennie valami érdekesnek (friss fuvallat érzése, valami új tágasság kinyílik). A matematika élménye alapvetően **tér**-szerű. Van egy szellemi tér ami ugyanolyan mélységérzetet kelt mint a fizikai tér. Nagy kaland ebben a térben barangolni és egy kicsit meditatív tevékenység.

A matematizálás személyes élménye Szaggatott: hosszú elakadások, hirtelen áttörések, ihletett időszakok, kevésbé ihletett időszakok, bizsergető érzések hogy egy adott irányban kell lennie valami érdekesnek (friss fuvallat érzése, valami új tágasság kinyílik). A matematika élménye alapvetően **tér**-szerű. Van egy szellemi tér ami ugyanolyan mélységérzetet kelt mint a fizikai tér. Nagy kaland ebben a térben barangolni és egy kicsit meditatív tevékenység.

A matematizálás személyes élménye Szaggatott: hosszú elakadások, hirtelen áttörések, ihletett időszakok, kevésbé ihletett időszakok, bizsergető érzések hogy egy adott irányban kell lennie valami érdekesnek (friss fuvallat érzése, valami új tágasság kinyílik). A matematika élménye alapvetően **tér**-szerű. Van egy szellemi tér ami ugyanolyan mélységérzetet kelt mint a fizikai tér. Nagy kaland ebben a térben barangolni és egy kicsit meditatív tevékenység.

Anekdota: Szemerédi Endre, egyik nagy magyar matematikus. Mikor az egyik lánya kicsi volt azt kapta házi feladatnak hogy írja le mit csinál a papája mikor dolgozik. Ezt írta:

A matematizálás személyes élménye Szaggatott: hosszú elakadások, hirtelen áttörések, ihletett időszakok, kevésbé ihletett időszakok, bizsergető érzések hogy egy adott irányban kell lennie valami érdekesnek (friss fuvallat érzése, valami új tágasság kinyílik). A matematika élménye alapvetően **tér**-szerű. Van egy szellemi tér ami ugyanolyan mélységérzetet kelt mint a fizikai tér. Nagy kaland ebben a térben barangolni és egy kicsit meditatív tevékenység.

Anekdota: Szemerédi Endre, egyik nagy magyar matematikus. Mikor az egyik lánya kicsi volt azt kapta házi feladatnak hogy írja le mit csinál a papája mikor dolgozik. Ezt írta: **Lefekszik az ágyra és behunyja a szemét.**

A matematizálás személyes élménye Szaggatott: hosszú elakadások, hirtelen áttörések, ihletett időszakok, kevésbé ihletett időszakok, bizsergető érzések hogy egy adott irányban kell lennie valami érdekesnek (friss fuvallat érzése, valami új tágasság kinyílik). A matematika élménye alapvetően **tér**-szerű. Van egy szellemi tér ami ugyanolyan mélységérzetet kelt mint a fizikai tér. Nagy kaland ebben a térben barangolni és egy kicsit meditatív tevékenység.

Anekdota: Szemerédi Endre, egyik nagy magyar matematikus. Mikor az egyik lánya kicsi volt azt kapta házi feladatnak hogy írja le mit csinál a papája mikor dolgozik. Ezt írta: **Lefekszik az ágyra és behunyja a szemét.** A tanár behívta a szülőket megkérdezni hogy ez meg micsoda?

Furcsa összefüggés szépség és hasznosság között Nem lenne muszáj hogy így legyen, de a matematikában igen gyakran egybevágnak a szépség és a hasznosság. Ha valami szép tömören, elegánsan megfogalmazható akkor az többnyire hasznosnak is bizonyul.

Furcsa összefüggés szépség és hasznosság között Nem lenne muszáj hogy így legyen, de a matematikában igen gyakran egybevágnak a szépség és a hasznosság. Ha valami szép tömören, elegánsan megfogalmazható akkor az többnyire hasznosnak is bizonyul. Lehet hogy ez azért van mert a szépségre az egységesítés mozzanata jellemző. Ami pedig egységesíteni tud az hasznos is.

Furcsa összefüggés szépség és hasznosság között Nem lenne muszáj hogy így legyen, de a matematikában igen gyakran egybevág a szépség és a hasznosság. Ha valami szép tömören, elegánsan megfogalmazható akkor az többnyire hasznosnak is bizonyul. Lehet hogy ez azért van mert a szépségre az egységesítés mozzanata jellemző. Ami pedig egységesíteni tud az hasznos is. A magyar nyelv szépsége: "egyszerű": ott van benne az egység.

Furcsa összefüggés szépség és hasznosság között Nem lenne muszáj hogy így legyen, de a matematikában igen gyakran egybevágnak a szépség és a hasznosság. Ha valami szép tömören, elegánsan megfogalmazható akkor az többnyire hasznosnak is bizonyul. Lehet hogy ez azért van mert a szépségre az egységesítés mozzanata jellemző. Ami pedig egységesíteni tud az hasznos is. A magyar nyelv szépsége: "egyszerű": ott van benne az egység. Példa: A szimmetria, ha valahol észre vesszük, rendszert teremt, tehát leegyszerűsít. A szimmetriát általában szépnek találjuk.

Furcsa összefüggés szépség és hasznosság között Nem lenne muszáj hogy így legyen, de a matematikában igen gyakran egybevágnak a szépség és a hasznosság. Ha valami szép tömören, elegánsan megfogalmazható akkor az többnyire hasznosnak is bizonyul. Lehet hogy ez azért van mert a szépségre az egységesítés mozzanata jellemző. Ami pedig egységesíteni tud az hasznos is. A magyar nyelv szépsége: "egyszerű": ott van benne az egység. Példa: A szimmetria, ha valahol észre vesszük, rendszert teremt, tehát leegyszerűsít. A szimmetriát általában szépnek találjuk. Kis pszichológia: az egyszerűsödés könnyen kiváltja a szépség érzetét.

Furcsa összefüggés szépség és hasznosság között Nem lenne muszáj hogy így legyen, de a matematikában igen gyakran egybevágnak a szépség és a hasznosság. Ha valami szép tömören, elegánsan megfogalmazható akkor az többnyire hasznosnak is bizonyul. Lehet hogy ez azért van mert a szépségre az egységesítés mozzanata jellemző. Ami pedig egységesíteni tud az hasznos is. A magyar nyelv szépsége: "egyszerű": ott van benne az egység. Példa: A szimmetria, ha valahol észre vesszük, rendszert teremt, tehát leegyszerűsít. A szimmetriát általában szépnek találjuk. Kis pszichológia: az egyszerűsödés könnyen kiváltja a szépség érzetét.

Esztétikai alapú értékelés A matematikában annyira uralkodóvá vált a szépség tisztelete hogy a rangos folyóiratok nagyon gyakran a szépségük alapján fogadnak el cikkeket.

Furcsa összefüggés szépség és hasznosság között Nem lenne muszáj hogy így legyen, de a matematikában igen gyakran egybevágnak a szépség és a hasznosság. Ha valami szép tömören, elegánsan megfogalmazható akkor az többnyire hasznosnak is bizonyul. Lehet hogy ez azért van mert a szépségre az egységesítés mozzanata jellemző. Ami pedig egységesíteni tud az hasznos is. A magyar nyelv szépsége: "egyszerű": ott van benne az egység. Példa: A szimmetria, ha valahol észre vesszük, rendszert teremt, tehát leegyszerűsít. A szimmetriát általában szépnek találjuk. Kis pszichológia: az egyszerűsödés könnyen kiváltja a szépség érzetét.

Esztétikai alapú értékelés A matematikában annyira uralkodóvá vált a szépség tisztelete hogy a rangos folyóiratok nagyon gyakran a szépségük alapján fogadnak el cikkeket. Ez azért van mert a matematika alaptudomány és egy elmélet hasznossága gyakran csak évtizedekkel később derül ki. Mivel a szépség jól korrelál a hasznossággal ezért ez egy legitim értékelési mód. Ilyen értelemben a jó matematikusok "műértők". Van egy kiforrott esztétikai ízlésük.

Az egyik tipikus mozzanata a matematikus munkájának hogy egy ismert dologra megpróbál egy újfajta módon ránézni.

Az egyik tipikus mozzanata a matematikus munkájának hogy egy ismert dologra megpróbál egy újfajta módon ránézni. Általános tapasztalat a matematikában hogy ha valamit sokféleképpen lehet látni, értelmezni akkor az egy hasznos dolog. A különböző nézőpontok közötti feszültség produktívizálható. Minden egyenlet a matematikában azt írja le hogy egy dologra kétféleképpen lehet ránézni: $1+3=2+2$. (Gondoljunk a Gauss anekdotá-
ra is)

Az egyik tipikus mozzanata a matematikus munkájának hogy egy ismert dologra megpróbál egy újfajta módon ránézni. Általános tapasztalat a matematikában hogy ha valamit sokféleképpen lehet látni, értelmezni akkor az egy hasznos dolog. A különböző nézőpontok közötti feszültség produktívizálható. Minden egyenlet a matematikában azt írja le hogy egy dologra kétféleképpen lehet ránézni: $1+3=2+2$. (Gondoljunk a Gauss anekdotájára is) Descartes (1596-1650): A tér-re úgy is rá lehet nézni mint szám hármasok halmazára. (Koordináta rendszer)

Az egyik tipikus mozzanata a matematikus munkájának hogy egy ismert dologra megpróbál egy újfajta módon ránézni. Általános tapasztalat a matematikában hogy ha valamit sokféleképpen lehet látni, értelmezni akkor az egy hasznos dolog. A különböző nézőpontok közötti feszültség produktívizálható. Minden egyenlet a matematikában azt írja le hogy egy dologra kétféleképpen lehet ránézni: $1+3=2+2$. (Gondoljunk a Gauss anekdotájára is) Descartes (1596-1650): A tér-re úgy is rá lehet nézni mint szám hármasok halmazára. (Koordináta rendszer)

A művészetben ugyanígy előjön a sokféle ránézés szerepe. Gondoljunk a festészeti korszakok evolúciójára.

Az egyik tipikus mozzanata a matematikus munkájának hogy egy ismert dologra megpróbál egy újfajta módon ránézni. Általános tapasztalat a matematikában hogy ha valamit sokféleképpen lehet látni, értelmezni akkor az egy hasznos dolog. A különböző nézőpontok közötti feszültség produktívizálható. Minden egyenlet a matematikában azt írja le hogy egy dologra kétféleképpen lehet ránézni: $1+3=2+2$. (Gondoljunk a Gauss anekdotájára is) Descartes (1596-1650): A tér-re úgy is rá lehet nézni mint szám hármasok halmazára. (Koordináta rendszer)

A művészetben ugyanígy előjön a sokféle ránézés szerepe. Gondoljunk a festészeti korszakok evolúciójára.

Matematikusok között kevesebb a konzervatív gondolkodású.

Egy jó matematikai nyelv egy okos felejtéssel indul:

Egy jó matematikai nyelv egy okos felejtéssel indul: Az összeadás (egymás mellé tevés) művelete a matematikán kívül is értelmezhető.

Egy jó matematikai nyelv egy okos felejtéssel indul: Az összeadás (egymás mellé tevés) művelete a matematikán kívül is értelmezhető. A matematikus azonban észreveszi hogy mindegy hogy két almát adunk össze három almával vagy két körtét adunk össze három körtével.

Egy jó matematikai nyelv egy okos felejtéssel indul: Az összeadás (egymás mellé tevés) művelete a matematikán kívül is értelmezhető. A matematikus azonban észreveszi hogy mindegy hogy két almát adunk össze három almával vagy két körtét adunk össze három körtével. Az összeadás műveletéhez elfelejthetjük a dolgok típusát. A minimális információ amit nyomon kell követni az kijelöli a szám absztrakt fogalmát.

Egy jó matematikai nyelv egy okos felejtéssel indul: Az összeadás (egymás mellé tevés) művelete a matematikán kívül is értelmezhető. A matematikus azonban észreveszi hogy mindegy hogy két almát adunk össze három almával vagy két körtét adunk össze három körtével. Az összeadás műveletéhez elfelejthetjük a dolgok típusát. A minimális információ amit nyomon kell követni az kijelöli a szám absztrakt fogalmát.

Minden absztrakció okos felejtés: Arra kérdésre ad választ hogy ha van egy adott művelet akkor mi az a minimális információ aminek birtokában konzisztensen elvégezhetjük a műveletet. Minden más információt ignorálni akarunk.

Egy jó matematikai nyelv egy okos felejtéssel indul: Az összeadás (egymás mellé tevés) művelete a matematikán kívül is értelmezhető. A matematikus azonban észreveszi hogy mindegy hogy két almát adunk össze három almával vagy két körtét adunk össze három körtével. Az összeadás műveletéhez elfelejthetjük a dolgok típusát. A minimális információ amit nyomon kell követni az kijelöli a szám absztrakt fogalmát.

Minden absztrakció okos felejtés: Arra kérdésre ad választ hogy ha van egy adott művelet akkor mi az a minimális információ aminek birtokában konzisztensen elvégezhetjük a műveletet. Minden más információt ignorálni akarunk.

Az emberi agy csodája nem abban rejlik hogy milyen nagy tudást bír felhalmozni hanem pont ellenkezőleg. Az igazi különlegesség abban rejlik hogy az információs szemétdombrol hogyan tudja kiválasztani a lényegyet, a többi dolgot pedig kidobni.

Egy jó matematikai nyelv egy okos felejtéssel indul: Az összeadás (egymás mellé tevés) művelete a matematikán kívül is értelmezhető. A matematikus azonban észreveszi hogy mindegy hogy két almát adunk össze három almával vagy két körtét adunk össze három körtével. Az összeadás műveletéhez elfelejthetjük a dolgok típusát. A minimális információ amit nyomon kell követni az kijelöli a szám absztrakt fogalmát.

Minden absztrakció okos felejtés: Arra kérdésre ad választ hogy ha van egy adott művelet akkor mi az a minimális információ aminek birtokában konzisztensen elvégezhetjük a műveletet. Minden más információt ignorálni akarunk.

Az emberi agy csodája nem abban rejlik hogy milyen nagy tudást bír felhalmozni hanem pont ellenkezőleg. Az igazi különlegesség abban rejlik hogy az információs szemétdombrol hogyan tudja kiválasztani a lényegyet, a többi dolgot pedig kidobni.

Átmeneti korszakba léptünk: A gépi tanulás és a mesterséges intelligencia egyre több olyan feladatot tud ellátni amit korábban csak emberek voltak képesek. Ez egyszerre félelmetes és izgalmas.

Átmeneti korszakba léptünk: A gépi tanulás és a mesterséges intelligencia egyre több olyan feladatot tud ellátni amit korábban csak emberek voltak képesek. Ez egyszerre félelmetes és izgalmas.

A mesterséges intelligencia tanulmányozása segíthet megérteni a saját gondolkodásunkat is.

Átmeneti korszakba léptünk: A gépi tanulás és a mesterséges intelligencia egyre több olyan feladatot tud ellátni amit korábban csak emberek voltak képesek. Ez egyszerre félelmetes és izgalmas.

A mesterséges intelligencia tanulmányozása segíthet megérteni a saját gondolkodásunkat is.

Az áttörést a mesterséges intelligenciában a mesterséges neurális hálózatok fejlődése hozta meg.

Egyetlen neuron Hasonlóan az emberi agyhoz, a mesterséges neurális háló alap egysége egy nagyon egyszerű számítási egység amely a bemenő információk súlyozott összegét veszi, erre az összegre alkalmaz egy egyszerű transzformációt majd továbbítja az így kapott információt.

Egyetlen neuron Hasonlóan az emberi agyhoz, a mesterséges neurális háló alap egysége egy nagyon egyszerű számítási egység amely a bemenő információk súlyozott összegét veszi, erre az összegre alkalmaz egy egyszerű transzformációt majd továbbítja az így kapott információt.

A hálózat tanítása során csak a "szinaptikus súlyok" változnak. Ezt a változást írja le a tréning algoritmus.

Egyetlen neuron Hasonlóan az emberi agyhoz, a mesterséges neurális háló alap egysége egy nagyon egyszerű számítási egység amely a bemenő információk súlyozott összegét veszi, erre az összegre alkalmaz egy egyszerű transzformációt majd továbbítja az így kapott információt.

A hálózat tanítása során csak a "szinaptikus súlyok" változnak. Ezt a változást írja le a tréning algoritmus.

Két főkérdés: 1.) Mi az architektúra? 2.) Mi a tréning algoritmus?

Tútanulás és általánosítási képesség

Tegyük fel hogy van egy 1000 képből álló tréning halmaz. Mindegyik képen vagy kutya van vagy macska.

Tútanulás és általánosítási képesség

Tegyük fel hogy van egy 1000 képből álló tréning halmaz. Mindegyik képen vagy kutya van vagy macska. A képek fel vannak címkézve. A tanulás során felhasználható ez az információ.

Tútanulás és általánosítási képesség

Tegyük fel hogy van egy 1000 képből álló tréning halmaz. Mindegyik képen vagy kutya van vagy macska. A képek fel vannak címkézve. A tanulás során felhasználható ez az információ. Cél: A tréning folyamat után a neurális háló meg tudja mondani egy **tetszőleges** képről hogy kutya van-e rajta vagy macska.

Tútanulás és általánosítási képesség

Tegyük fel hogy van egy 1000 képből álló tréning halmaz. Mindegyik képen vagy kutya van vagy macska. A képek fel vannak címkézve. A tanulás során felhasználható ez az információ. Cél: A tréning folyamat után a neurális háló meg tudja mondani egy **tetszőleges** képről hogy kutya van-e rajta vagy macska.

A tréning folyamat során a neurális háló valamilyen szinten "megérti" a tréning halmazt.

Túltanulás és általánosítási képesség

Tegyük fel hogy van egy 1000 képből álló tréning halmaz. Mindegyik képen vagy kutya van vagy macska. A képek fel vannak címkézve. A tanulás során felhasználható ez az információ. Cél: A tréning folyamat után a neurális háló meg tudja mondani egy **tetszőleges** képről hogy kutya van-e rajta vagy macska.

A tréning folyamat során a neurális háló valamilyen szinten "megérti" a tréning halmazt.

Túltanulásról akkor beszélünk ha a tréning halmaz feldolgozása során a hálózat túl sok információt gyűjt össze a konkrét képekről és így lecsökken az általánosítási képessége.

Túltanulás és általánosítási képesség

Tegyük fel hogy van egy 1000 képből álló tréning halmaz. Mindegyik képen vagy kutya van vagy macska. A képek fel vannak címkézve. A tanulás során felhasználható ez az információ. Cél: A tréning folyamat után a neurális háló meg tudja mondani egy **tetszőleges** képről hogy kutya van-e rajta vagy macska.

A tréning folyamat során a neurális háló valamilyen szinten "megérti" a tréning halmazt.

Túltanulásról akkor beszélünk ha a tréning halmaz feldolgozása során a hálózat túl sok információt gyűjt össze a konkrét képekről és így lecsökken az általánosítási képessége. Más szóval: A hálózat bebiflázza a tréning halmazt. Semmilyen további megértéshez nem jut.

Túltanulás és általánosítási képesség

Tegyük fel hogy van egy 1000 képből álló tréning halmaz. Mindegyik képen vagy kutya van vagy macska. A képek fel vannak címkézve. A tanulás során felhasználható ez az információ. Cél: A tréning folyamat után a neurális háló meg tudja mondani egy **tetszőleges** képről hogy kutya van-e rajta vagy macska.

A tréning folyamat során a neurális háló valamilyen szinten "megérti" a tréning halmazt.

Túltanulásról akkor beszélünk ha a tréning halmaz feldolgozása során a hálózat túl sok információt gyűjt össze a konkrét képekről és így lecsökken az általánosítási képessége. Más szóval: A hálózat bebiflázza a tréning halmazt. Semmilyen további megértéshez nem jut.

Túltanulás felléphet például ha túl nagy a hálózat vagy túl sokáig tart a tanulás.

Túltanulás és általánosítási képesség

Tegyük fel hogy van egy 1000 képből álló tréning halmaz. Mindegyik képen vagy kutya van vagy macska. A képek fel vannak címkézve. A tanulás során felhasználható ez az információ. Cél: A tréning folyamat után a neurális háló meg tudja mondani egy **tetszőleges** képről hogy kutya van-e rajta vagy macska.

A tréning folyamat során a neurális háló valamilyen szinten "megérti" a tréning halmazt.

Túltanulásról akkor beszélünk ha a tréning halmaz feldolgozása során a hálózat túl sok információt gyűjt össze a konkrét képekről és így lecsökken az általánosítási képessége. Más szóval: A hálózat bebiflázza a tréning halmazt. Semmilyen további megértéshez nem jut.

Túltanulás felléphet például ha túl nagy a hálózat vagy túl sokáig tart a tanulás.

Az egyik módszer a túltanulás elkerülésére hogy a tanulás során direkt butítjuk a hálózatot (drop out).

Vizuális hálózatok: Réteges architektúra. Az információ előre fele halad, és egyre magasabb szintű absztrakciót ér el. A legalsó szinten vannak pl. az él detektorok. Ilyenek az agyban is találhatóak. Egy magas szintű neuron kifejezhet absztrakt tulajdonságot: Hosszú füle van vagy hegyes füle van?

Vizuális hálózatok: Réteges architektúra. Az információ előre fele halad, és egyre magasabb szintű absztrakciót ér el. A legalsó szinten vannak pl. az él detektorok. Ilyenek az agyban is találhatóak. Egy magas szintű neuron kifejezhet absztrakt tulajdonságot: Hosszú füle van vagy hegyes füle van?

Absztrakciós hierarchia és kontextuális hierarchia, emberi vonatkozások: Ezek jellemzői az intellektuális térnek amiben mozgunk. A kontextuális hierarchia felelős a kiterjedt idő érzetért.

Vizuális hálózatok: Réteges architektúra. Az információ előre fele halad, és egyre magasabb szintű absztrakciót ér el. A legalsó szinten vannak pl. az él detektorok. Ilyenek az agyban is találhatóak. Egy magas szintű neuron kifejezhet absztrakt tulajdonságot: Hosszú füle van vagy hegyes füle van?

Absztrakciós hierarchia és kontextuális hierarchia, emberi vonatkozások: Ezek jellemzői az intellektuális térnek amiben mozgunk. A kontextuális hierarchia felelős a kiterjedt idő érzetért.

A mesterséges neurális hálózatokban, hasonlóan az emberi gondolkodáshoz, kialakul egy sokféle nézőpontból és absztrakciós szintből álló belső tér ami megszűri az információt.

A művészet egyik lényege hogy folyton újradefiniálja önmagát és így kibújjik minden definíció alól.

A művészet egyik lényege hogy folyton újradefiniálja önmagát és így kibújjik minden definíció alól.

Néhány jellemzőt azonban lehet mondani.

A művészet egyik lényege hogy folyton újradefiniálja önmagát és így kibújjik minden definíció alól.

Néhány jellemzőt azonban lehet mondani.

- Egyszerűsítő mozzanat, belső egység, kohézió. Tömörség.

A művészet egyik lényege hogy folyton újradefiniálja önmagát és így kibújjik minden definíció alól.

Néhány jellemzőt azonban lehet mondani.

- Egyszerűsítő mozzanat, belső egység, kohézió. Tömörség.
- Újfajta látásmódok kialakítása. Ébresztés, elgondolkodtatás.

A művészet egyik lényege hogy folyton újradefiniálja önmagát és így kibújjik minden definíció alól.

Néhány jellemzőt azonban lehet mondani.

- Egyszerűsítő mozzanat, belső egység, kohézió. Tömörség.
- Újfajta látásmódok kialakítása. Ébresztés, elgondolkodtatás.
- Közösségi tevékenység: Egy nagyobb "párbeszéd" része, egy közös nyelv formálója. Nincs önmagában vett műalkotás.

A művészet egyik lényege hogy folyton újradefiniálja önmagát és így kibújjik minden definíció alól.

Néhány jellemzőt azonban lehet mondani.

- Egyszerűsítő mozzanat, belső egység, kohézió. Tömörség.
- Újfajta látásmódok kialakítása. Ébresztés, elgondolkodtatás.
- Közösségi tevékenység: Egy nagyobb "párbeszéd" része, egy közös nyelv formálója. Nincs önmagában vett műalkotás.
- Szabadságra törekszik de ezt gyakran mégis egy kötött rendszer keretein belül teszi aminek a határait aztán fellazítja. (Bach fűgák, dodekafonia, kubizmus, stb...) Zalai Béla: rendszerezés: IGEN, rendszer: NEM.

Mit mond a mesterséges intelligencia a tudatról?

A tudat nem csak önazonosság, önreflexió, de önáltalánosítás.