

COCOS:

Optymalizacja Kombinatoryczna dla Kolektywnego Wyboru Obiektów

Algorytmy Decyzji Zbiorowych—sprawiedliwe, wysokiej jakości i wydajne.

Nowoczesne społeczeństwa i platformy cyfrowe muszą podejmować decyzje zbiorowe. Miasto decyduje, które projekty publiczne sfinansować. Uniwersytet musi wybrać komisję rekrutacyjną do zatrudniania pracowników naukowych. Serwis streamingowy wskazuje zestaw filmów lub piosenek dla milionów użytkowników. W niektórych systemach blockchain opartych na proof-of-stake uczestnicy nominują walidatorów zatwierdzających kolejne bloki. We wszystkich tych sytuacjach grupa ludzi lub agentów AI wspólnie wybiera zestaw obiektów, które będą używane wspólnie. Uczestnicy mają różne, często sprzeczne, opinie o tym, co jest „najlepsze”.

Projekt **COCOS: Optymalizacja Kombinatoryczna dla Kolektywnego Wyboru Obiektów** bada, jak takie zbiorowe decyzje można podejmować w sposób *wydajny, sprawiedliwy, odporny* oraz *dający rozwiązania wysokiej jakości, czyli bliskie optymalnym*. Wydajność oznacza, że decyzję da się obliczyć szybko, nawet gdy liczba uczestników i możliwych opcji jest duża. Sprawiedliwość obejmuje m.in. *proporcjonalność* (duże grupy podobnie myślących wyborców dostają należny im udział), *neutralność* (kandydaci w symetrycznych sytuacjach są traktowani tak samo) oraz *monotoniczność* (dodatkowe poparcie nie powinno szkodzić kandydatowi). Odporność oznacza, że niewielkie zmiany danych (np. kilka osób zmieniających zdanie) nie powinny powodować gwałtownych zmian wyniku.

Do analizy tych zagadnień projekt wykorzystuje narzędzia informatyki teoretycznej. Z jednej strony opiera się na modelach z obszaru *obliczeniowej teorii wyboru społecznego*, które badają, jak przekształcić rankingi lub listy wielokrotnego wyboru w decyzję zbiorową. Z drugiej strony łączy te modele z problemami *optymalizacji kombinatorycznej*, takimi jak *problem lokalizacji obiektów* czy *analiza skupień*, gdzie ustala się, gdzie umiejscowić obiekty i jak pogrupować elementy. To powiązanie pozwala przenosić techniki algorytmiczne do projektowania reguł podejmowania decyzji.

Badania będą prowadzone w czterech głównych kierunkach. Po pierwsze, projekt będzie analizował reguły głosowania do wyboru komitetów i budżetów obywatelskich, które zapewniają pewien poziom proporcjonalności grup, a jednocześnie dopuszczają wydajne algorytmy z matematycznie udowodnionymi gwarancjami jakości. Po drugie, rozwijane będą metody grupowania głosów rankingowych i wielokrotnego wyboru, aby lepiej rozumieć różnorodność, zgodność i polaryzację głosów oraz budować syntetyczne zbiory testowe (benchmarks). Po trzecie, badane będą zrandomizowane reguły głosowania, które zapewniają proporcjonalną reprezentację grup wyborców, traktują kandydatów o podobnym poziomie poparcia w podobny sposób i reagują łagodnie na małe zmiany danych wejściowych. Po czwarte, projekt będzie studiował modele w których wyborcy i opcje znajdują się w przestrzeni metrycznej i oddziałują tylko lokalnie.

Choć jest to projekt badań podstawowych w informatyce teoretycznej, jego wyniki mają dostarczyć wskazówek do projektowania narzędzi decyzyjnych: dla budżetów obywatelskich w miastach, wyboru komitetów w organizacjach, systemów rekomendacyjnych oraz wieloagentowych systemów AI, które agregują preferencje lub przewidywania wielu modułów. Wyjaśniając, jakie kombinacje sprawiedliwości, odporności i wydajności są osiągalne, **COCOS** ma wspierać bardziej przejrzyste i godne zaufania decyzje zbiorowe.