

Resum

El filtre de Kalman de conjunts (EnKF) és un mètode invers de gran potencial per a la caracterització de conductivitats hidràuliques, que funciona bé amb equacions d'estat no lineals i paràmetres amb distribucions gaussianes. És computacionalment més eficient que altres mètodes inversos; no obstant açò, consumeix molt temps de càlcul. Aquesta tesi se centra en dues qüestions, la forma d'accelerar el EnKF a través de la paralelització del codi i la forma d'abordar adequadament el problema de la caracterització de camps de conductivitat hidràulica no gausians. La tesi està organitzada en quatre parts.

En la primera part es presenta l'algorisme de paralelització del filtre de Kalman de conjunts en el context de la caracterització de la conductivitat hidràulica utilitzant dades de piezometria en estat transitori. El EnKF consta de dos passos, predicció i anàlisi, i tots dos passos són susceptibles de ser paralelitzats. En la fase de predicció, a causa que el EnKF té una component important d'anàlisi de Monte-Carlo, la forma més senzilla per a la seua paralelització és a nivell de realització, on cada membre del conjunt s'envia a un processador diferent. Mentre que en l'etapa d'anàlisi, els càlculs de les covariàncies es distribueixen entre els diferents processadors. Els resultats, quant a acceleració i eficiència del càlcul, mostren que la paralelització del EnKF pot reduir significativament el temps de càlcul, especialment per als casos en què el nombre de realitzacions és gran.

La segona part descriu una aplicació del EnKF amb anamorfosis localitzada, i inflació de la covariància a un camp de conductivitats heterogeni i amb una distribució bimodal. L'objectiu d'aquesta part és demostrar el potencial de les altures piezomètriques transitòries per a la caracterització de la variabilitat espacial d'un camp de conductivitats hidràuliques bimodal i amb patrons de variabilitat complexos, on l'única informació a priori existent és la seua distribució marginal univariada. A més, es demostra l'ús de les tècniques de localització i inflació de la covariància per a evitar l'aparició de correlacions espúries i la subestimació de la incertesa final. La localització de la covariància elimina l'efecte de les correlacions espúries entre les variables d'estat i els paràmetres en restringir el rang de correlació de la covariància empírica. La inflació de la covariància és una tècnica utilitzada per a evitar el col·lapse del filtre augmentant els valors de la covariància

empírica. Els resultats mostren la importància d'aquestes tècniques en la reducció del col·lapse del filtre.

La tercera part investiga el mètode invers proposat per (Hu et al., 2013) i proposa una versió millorada. A diferència de la idea de (Hu et al., 2013), que utilitza el EnKF per a actualitzar directament camps uniformes no correlacionats (els que s'utilitzen per al mostreig aleatori de les distribucions marginals condicionals locals en la simulació seqüencial), la nova versió proposa treballar en camps aleatoris uniformes correlacionats, més precisament els mateixos camps que s'utilitzen en la simulació per camps de probabilitats (Froidevaux, 1993). La comparació de les dues versions demostra que la nova versió proposada és molt millor que l'original tant a l'hora de capturar els principals patrons de conductivitat com en la reducció de la incertesa.

La quarta i última part proposa un nou mètode invers estocàstic anomenat simulació seqüencial inversa (iSS). La iSS és una mescla de simulació seqüencial i filtre de Kalman amb anamorfosis. El nou mètode usa el concepte de conjunts del EnKF per a generar realitzacions per simulació seqüencial usant les covariàncies creuades no estacionàries entre conductivitats experimentals i altures piezomètriques calculades a partir d'un conjunt de realitzacions. Utilitzem la anamorfosis per a assegurar una distribució gaussiana marginal. I llavors, apliquem la simulació seqüencial gaussiana estàndard per a generar realitzacions de conductivitat condicionant tant en la conductivitat com en les dades piezomètriques. El comparació amb el NS-EnKF mostra que la iSS és capaç de generar realitzacions no gaussianes condicionades a les altures piezomètriques amb qualitat similar per a tots dos mètodes.